



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
OBJETO DEL PROYECTO .....	4
NORMATIVA APLICABLE .....	4
CARACTERÍSTICAS DEL UNIFAMILIAR .....	4
EMPLAZAMIENTO .....	4
DATOS DE PARTIDA DE LA VIVIENDA .....	5
RÉGIMEN DE UTILIZACIÓN .....	9
DEMANDA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA .....	10
INTRODUCCIÓN .....	10
DEMANDA ENERGÉTICA .....	10
DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO Y	
CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES .....	13
TRANSMITANCIA TÉRMICA .....	16
FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS .....	19
CONDENSACIONES .....	20
CONDICIONES EXTERIORES .....	20
CONDICIONES INTERIORES .....	20
FICHAS JUSTIFICATIVAS .....	22
REHABILITACIÓN DEL UNIFAMILIAR .....	25
FICHAS JUSTIFICATIVAS DEL UNIFAMILIAR REHABILITADO .....	26
COMPARACIÓN DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ANTES Y DESPUÉS DE	
LA REHABILITACIÓN .....	30
CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO .....	31
INTRODUCCIÓN .....	31
CARGAS TÉRMICAS PARA LA REFRIGERACIÓN .....	32
CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN .....	35
INSTALACIÓN GEOTÉRMICA .....	38
INTRODUCCIÓN .....	38
VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UNA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA .....	39
SISTEMAS DE CAPTACIÓN GEOTÉRMICA .....	39
BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA .....	42

INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	46
INTRODUCCIÓN .....	46
VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UNA INSTALACIÓN DE BIOMASA .....	47
TIPOS DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS PARA LA BIOMASA .....	47
ALMACENAMIENTO DEL COMBUSTIBLE .....	50
CALDERAS DE BIOMASA.....	51
ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA .....	52
CHIMENEA .....	52
SISTEMAS DE CALEFACCIÓN .....	53
INSTALACIÓN CON RADIADORES .....	54
INSTALACIÓN POR CONVECTORES .....	54
INSTALACIÓN CON SUELO RADIANTE.....	54
INSTALACIÓN CON FAN-COILS .....	55
SISTEMA DE CALEFACCIÓN SELECCIONADO .....	56
CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE .....	57
INSTALACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA .....	59
INTRODUCCIÓN .....	59
SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y DEMANDA DE A.C.S.....	59
MATERIALES PARA LAS CONDUCCIONES.....	60
GRUPO DE IMPULSIÓN Y DE CONTROL.....	60
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL UNIFAMILIAR CON LA CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES .....	61
INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	61
INSTALACIÓN GEOTÉRMICA .....	62
EXIGENCIAS TÉCNICAS .....	63
EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.....	63
EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	66
EXIGENCIA DE SEGURIDAD .....	70
RESUMEN DE LOS PRESUPUESTOS.....	73
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	74
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE GEOTERMIA.....	75
ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LAS INSTALACIONES .....	75
CONCLUSIONES .....	78



## **1.1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO**

El objetivo de este proyecto es la realización de un estudio de rentabilidad. Se buscará la mejor solución para satisfacer la demanda energética para la climatización y agua caliente sanitaria de un unifamiliar comparando dos tipos de energías renovables diferentes: geotermia y biomasa. El unifamiliar a estudiar está localizado en Soria.

### **1.1.2. NORMATIVA APLICABLE**

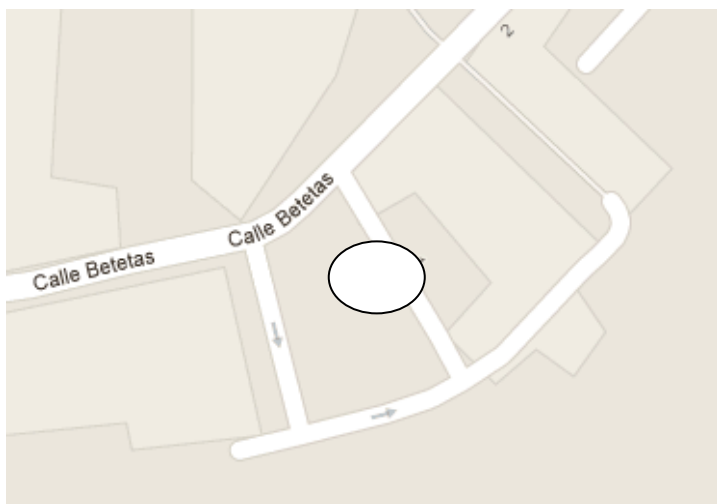
- Código técnico de la edificación (C.T.E.).
- Real decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (R.I.T.E.).
- Normas UNE de aplicación al proyecto.

## **1.2. CARACTERÍSTICAS DEL UNIFAMILIAR**

### **1.2.1. EMPLAZAMIENTO**

La vivienda de la que se hará el proyecto está situado en Soria, capital de la provincia de Soria, En Castilla y León.

El unifamiliar está en la Calle Betetas. A continuación se muestra una imagen obtenida de Google maps del lugar en cuestión.



### 1.2.2. DATOS DE PARTIDA DE LA VIVIENDA

La vivienda se encuentra en un solar de 600 m<sup>2</sup> aislada de otras viviendas. Está delimitada por la Calle Doña Urraca, la Calle Beteta y la Calle José Luis Argente Oliver.

Se dispone de los servicios de acceso rodado pavimentado, abastecimiento de agua, saneamiento, energía eléctrica, telefonía y alumbrado público.

En el unifamiliar se distinguen tres plantas:

- Planta baja
- Primera Planta
- Bajocubierta

A continuación se muestran unas imágenes obtenidas del programa CYPE-Ingenieros:

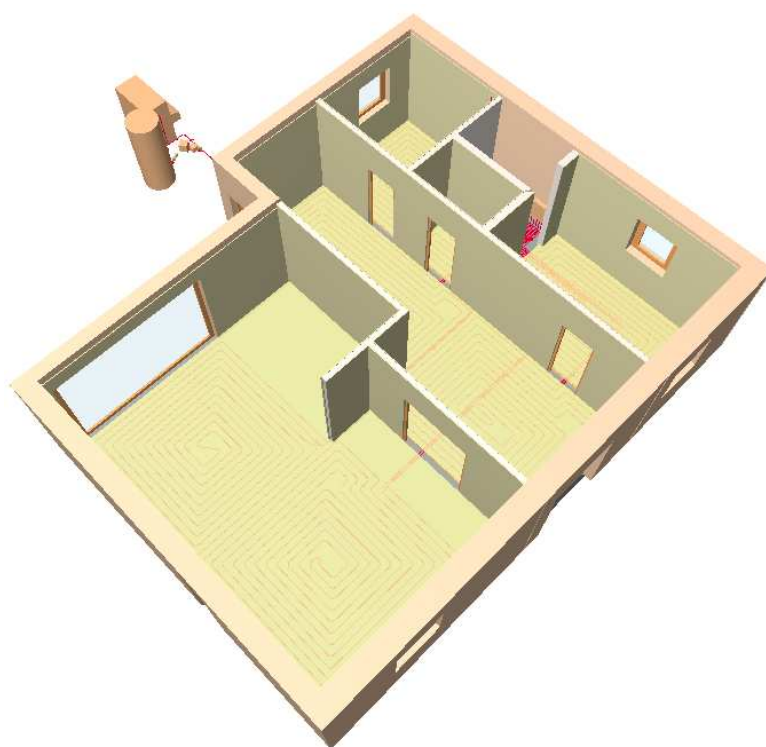


## PLANTA BAJA

Es la planta por la que se accede a la casa. Tiene dos accesos, uno por la cara Este y la puerta principal que está en la cara Oeste. En el patio, de 510 m<sup>2</sup>, se encuentra el almacén donde se colocarán las máquinas. La planta baja está pensada para hacer la vida común ya que se encuentra el hogar, el comedor, la cocina y el salón. La distribución de la planta es la siguiente:

Tiene un total de 81,36 m<sup>2</sup> útiles repartidos de la siguiente manera

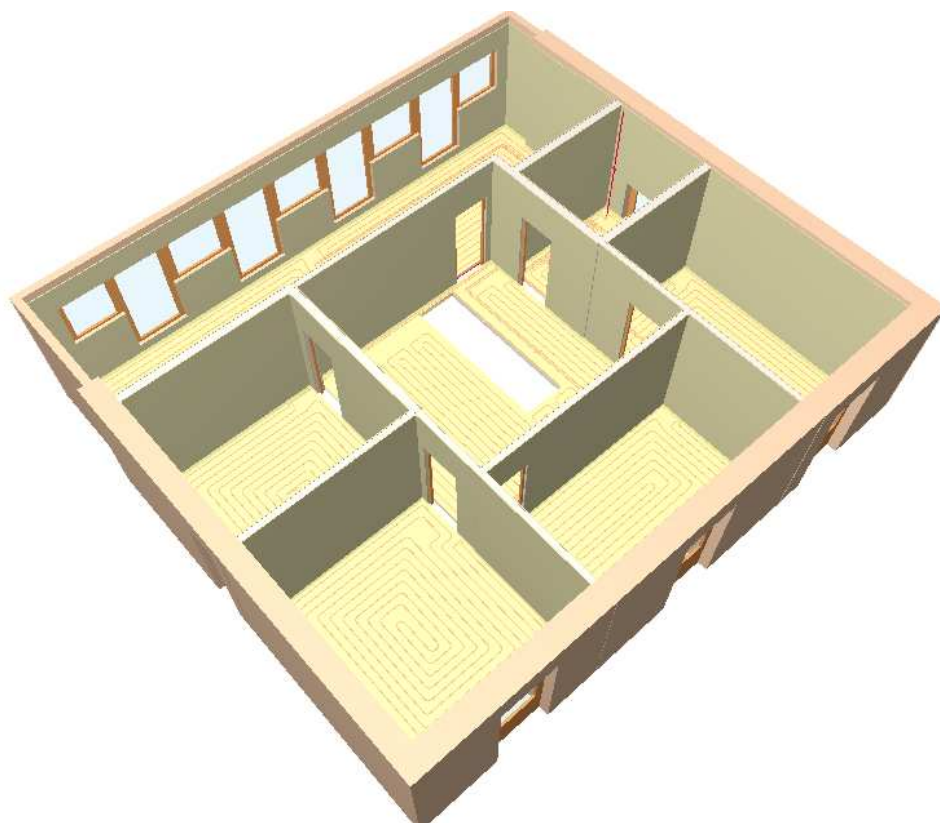
RECINTO	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Portalón	23,39
Cocina	10,87
Baño1	2,30
Salón	37,70
Dormitorio 1	7,10



### PLANTA PRIMERA

En la primera planta nos encontramos con un mirador nada más subir las escaleras. En esta planta se encuentran la mayor parte de los dormitorios, así como un baño. Tiene cuatro dormitorios. La planta primera dispone de 101,19 m<sup>2</sup> distribuidos de la siguiente manera:

RECINTO	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Dormitorio 2	12,02
Dormitorio 3	10,81
Dormitorio 4	12,93
Dormitorio 5	10,51
Baño2	5,71
Distribuidor 1	18,58
Mirador	30,63

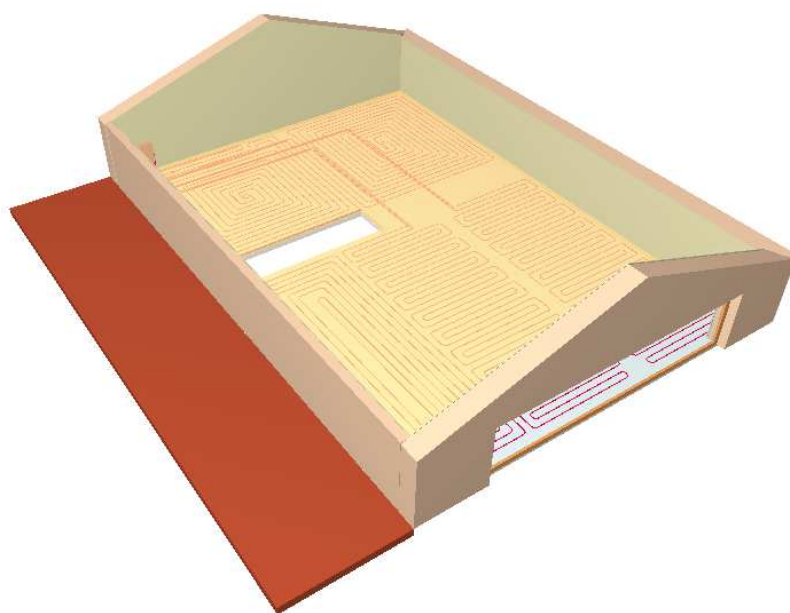


## PLANTA BAJOCUBIERTA

La segunda planta o planta bajocubierta es una sala prácticamente diáfana. La superficie útil total de esta planta es de 80,78 m<sup>2</sup> y está distribuida así:

RECINTO	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Distribuidor 2	80,78

Así el unifamiliar tiene un total de 263,33 m<sup>2</sup> de superficie útil.



### 1.2.3. RÉGIMEN DE UTILIZACIÓN

La vivienda unifamiliar que se estudia en este proyecto, dispone de un régimen de utilización continuo, ya que se trata de una vivienda con residencia habitual. Esto quiere decir que se dispone de calefacción para invierno y de refrigeración para verano. También se dispone de A.C.S. durante todo el año.

### 1.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

#### 1.3.1. INTRODUCCIÓN

Según el artículo 15.1 de la parte I del Código Técnico de Edificación (a partir de ahora C.T.E.), se establece en el DB-HE 1: Limitación de demanda energética.

Ese documento se aplica a los edificios de nueva construcción y modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos dice lo siguiente:

*Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.*

#### 1.3.2. DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática y de la carga interna en sus espacios.

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se podrán emplear, previa justificación, zonas climáticas específicas

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

- a) espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor.

Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

- b) espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio. Documento Básico HE Ahorro de Energía HE1

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:

- a) espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas;

- b) espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar;

- c) espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.



Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1

Tabla.1. zonas climáticas (DB-HE1, apéndice D)

Según esta tabla vemos que la zona asignada a Soria es la E1.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tabla 2:

#### ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,57 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,48 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
 Factor solar modificado límite de lucernarios  $F_{Llim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mm}$ , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,43  $\text{W/m}^2 \text{ K}$  se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zona climática E1.

Tabla.2. limitación de transmitancia media (DB-HE)

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- transmitancia térmica de muros de fachada  $U_M$ ;
- transmitancia térmica de cubiertas  $U_C$ ;
- transmitancia térmica de suelos  $U_S$ ;
- transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno  $U_T$ ;

- e) transmitancia térmica de huecos  $U_H$  ;
- f) factor solar modificado de huecos  $F_H$ ;
- g) factor solar modificado de lucernarios  $F_L$ ;
- h) transmitancia térmica de medianerías  $U_{MD}$ .

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 3 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica  $U$  en  $W/m^2K$**

<b>Cerramientos y particiones interiores</b>	<b>ZONAS A</b>	<b>ZONAS B</b>	<b>ZONAS C</b>	<b>ZONAS D</b>	<b>ZONAS E</b>
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

*Tabla.3. limitación de transmitancia máxima (DB-HE)*

### 1.3.3. DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO Y CLASIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES

La envolvente térmica del edificio, como muestra la figura 4, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

- a) cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal

b) suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable

c) fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo  $\alpha$  que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario

d) medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada

e) cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno

f) particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

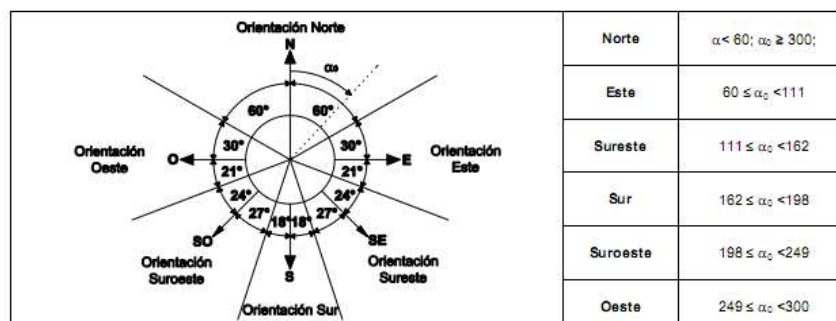


Figura.3.Orientación de las fachadas (DB-HE)

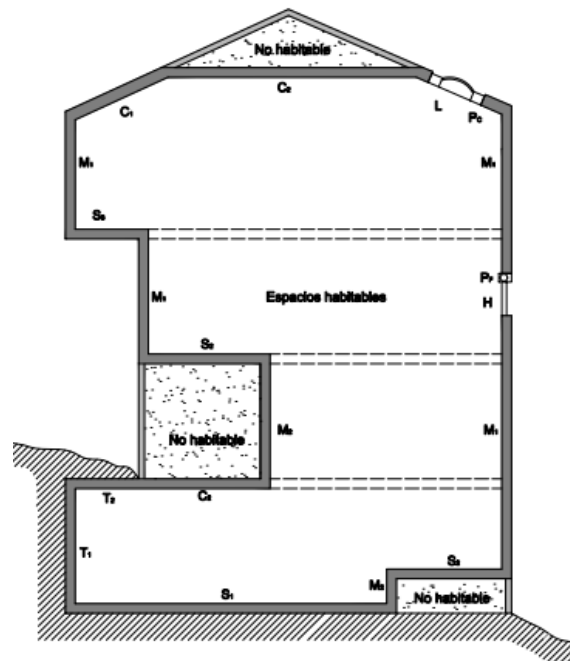


Figura.4. Esquema envolvente de un edificio (DB-HE)

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

a) cerramientos en contacto con el aire:

i) parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.

ii) parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.

b) cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:

i) suelos en contacto con el terreno.

ii) muros en contacto con el terreno.

iii) cubiertas enterradas.

c) particiones interiores en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:

i) particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).

- ii) suelos en contacto con cámaras sanitarias.

La certificación del cumplimiento de la demanda energética se ha realizado mediante el software CES80. En este software vas introduciendo los valores de los cerramientos desde una biblioteca y vas introduciendo las características geométricas del edificio. Al final el programa te dice si cumple con las especificaciones del C.T.E. o por el contrario tienes que modificar algún cerramiento.

### 1.3.4. TRANSMITANCIA TÉRMICA

#### 1.3.4.1. Cerramientos en contacto con el aire exterior

a) Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a  $0,5 \text{ m}^2$ , despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

- b) La transmitancia térmica  $U$  ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo:

$R_T$  la resistencia térmica total del componente constructivo [ $\text{m}^2 \text{ K}/\text{W}$ ].

c) La resistencia térmica total  $R_T$  de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo:

$R_1, R_2 \dots R_n$  las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión [ $\text{m}^2 \text{ K}/\text{W}$ ];

$R_{si}$  y  $R_{se}$  las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 4 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [ $\text{m}^2 \text{ K}/\text{W}$ ].

d) La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e el espesor de la capa [m].

En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

$\lambda$  la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m<sup>2</sup>K/W




Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Tabla.4. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior (DB-HE)

e) cámara de aire ligeramente ventilada: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:

i)  $500 \text{ mm}^2 < S_{\text{aberturas}} \leq 1500 \text{ mm}^2$

por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;

ii)  $500 \text{ mm}^2 < S_{\text{aberturas}} \leq 1500 \text{ mm}^2$

por m<sup>2</sup> de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de una cámara de aire ligeramente ventilada es la mitad de los valores de la tabla 5

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla.5. Resistencias térmicas de cámaras de aire en  $m^2 K/W$  (DB-HE)

f) La transmitancia térmica  $U_{MD}$  ( $W/m^2 K$ ) de las medianerías se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.

#### 1.3.4.2. Cerramientos en contacto con el terreno

La transmitancia térmica  $U_s$  ( $W/m^2 K$ ) se obtendrá de la tabla 6, en función del ancho  $D$  de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante  $R_a$  calculada mediante la expresión  $R = \frac{e}{\lambda}$ , y la longitud característica  $B'$  de la solera o losa. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Se define la longitud característica  $B'$  como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Siendo:

- $P$  la longitud del perímetro de la solera [m].
- $A$  el área de la solera [ $m^2$ ].

Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica  $U_s$  se tomará de la columna  $R_a = 0 m^2 K/W$  en función de su longitud característica  $B'$ .

Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna  $D \geq 1,5 m$ .

La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila  $B' = 1$ .

B*	R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)					R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla.6. Transmitancia térmica  $U_S$  en  $W / m^2 K$  (DB-HE)

### 1.3.4.3. Huecos y lucernarios

Transmitancia de los huecos

a) La transmitancia térmica de los huecos  $U_H$  ( $W/m^2 K$ ) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

Siendo:

$U_{H,v}$  la transmitancia térmica de la parte semitransparente [ $W/m^2 K$ ]

$U_{H,m}$  la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [ $W/m^2 K$ ]

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

b) En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente  $U_{H,v}$  podrá obtenerse según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001.

### 1.3.5. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS

El factor solar modificado en el hueco FH o en el lucernario FL se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot [(1 - FM) \cdot g_L + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

$F_s$ : Factor de sombra según las tablas del CTE

FM: fracción del hueco ocupada por el marco



$g_{\perp}$ : factor de la parte semitransparente del hueco a incidencia normal

$U_m$ : transmitancia térmica del marco del hueco

$\alpha$ : Absortividad del marco según la tabla E.10 en función del color del CTE.

		$0,05 < R/W \leq 0,1$	$0,1 < R/W \leq 0,2$	$0,2 < R/W \leq 0,5$	$R/W > 0,5$
S	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,82	0,74	0,62	0,39
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,76	0,67	0,56	0,35
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,56	0,51	0,39	0,27
	$R/H > 0,5$	0,35	0,32	0,27	0,17
SE/SO	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,86	0,81	0,72	0,51
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,79	0,74	0,66	0,47
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,59	0,56	0,47	0,36
	$R/H > 0,5$	0,38	0,36	0,32	0,23
E/O	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,91	0,87	0,81	0,65
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,86	0,82	0,76	0,61
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,71	0,68	0,61	0,51
	$R/H > 0,5$	0,53	0,51	0,48	0,39

Tabla.7. Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo (DB-HE)

		Y / Z					
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
X / Z	0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44
	0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52
	1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59
	2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68
	5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79
	10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85

Tabla.8. Factor de sombra para lucernarios (DB-HE)

## 1.4. CONDENSACIONES

### 1.4.1. CONDICIONES EXTERIORES

Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio según la tabla 9.

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Madrid	T <sub>med</sub>	6,2	7,4	9,9	12,2	16,0	20,7	24,4	23,9	20,5	14,7	9,4	6,4
	HR <sub>med</sub>	71	66	56	55	51	46	37	39	50	63	70	73
Málaga	T <sub>med</sub>	12,2	12,8	14,0	15,8	18,7	22,1	24,7	25,3	23,1	19,1	15,1	12,6
	HR <sub>med</sub>	71	70	66	65	61	59	60	63	65	70	72	72
Melilla	T <sub>med</sub>	13,2	13,8	14,6	15,9	18,3	21,5	24,4	25,3	23,5	20,0	16,6	14,1
	HR <sub>med</sub>	72	72	71	70	69	68	67	68	72	75	74	73
Sevilla	T <sub>med</sub>	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1
	HR <sub>med</sub>	79	75	68	65	59	56	51	52	58	67	76	79
Soria	T <sub>med</sub>	2,9	4,0	5,8	8,0	11,8	16,1	19,9	19,5	16,5	11,3	6,1	3,4
	HR <sub>med</sub>	77	73	68	67	64	60	53	54	60	70	76	78
Tarragona	T <sub>med</sub>	10,0	11,3	13,1	15,3	18,4	22,2	25,3	25,3	22,7	18,4	13,5	10,7

Tabla.9. Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en % (DB-HE)

### 1.4.2. CONDICIONES INTERIORES

#### 1.4.2.1. Condensaciones superficiales

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi,min}$  para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

El factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$ , para cada cerramiento, partición interior, o puentes térmicos integrados en los cerramientos, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = (1-U) * 0.25$$

Siendo:

U la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento.

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable  $f_{Rsi,min}$  de un puente térmico, cerramiento o partición interior se obtiene de la tabla 3.2, una vez conocida la zona donde se encuentre nuestra vivienda y la clase higrométrica de la misma.

#### 1.4.2.2. Condensaciones intersticiales

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero. Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento objeto se calculará:

- a) la distribución de temperaturas
- b) la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas
- c) la distribución de presiones de vapor.

## 1.5. FICHAS JUSTIFICATIVAS

Según el Documento Básico HE 1: Limitación de demanda energética, en la memoria del proyecto se justificará el cumplimiento de las condiciones que se establecen en esta sección mediante las fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad, para la zona habitable de baja carga interna y la de alta carga interna del edificio.

A continuación se adjuntan las fichas justificativas sacadas con el programa CES80.



### FICHA 1. Cálculo de los parámetros caraterísticos medios

ZONA CLIMÁTICA		EI	Zona de baja carga interna		X	Zona de alta carga interna	
Muros (UMm) y (UTm)							
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados		
N	Muro de fachada	72.04	0.63	45.39	ΣA = 79.55		
	Muro de fachada	6.67	0.67	4.47	ΣA·U = 53.21		
	Puente Térmico Hueco Ventana	0.84	4.0	3.36	UMm = ΣA·U/ΣA = 0.67		
E	Muro de fachada	33.04	0.63	20.82	ΣA = 70.33		
	Muro de fachada	33.6	0.63	21.17	ΣA·U = 56.73		
	Puente Térmico Hueco Ventana	3.69	4.0	14.75	UMm = ΣA·U/ΣA = 0.81		
O	Muro de fachada	33.04	0.53	17.51	ΣA = 81.42		
	Muro de fachada	33.04	0.67	22.14	ΣA·U = 68.34		
	Muro de fachada	10.64	0.93	9.9	UMm = ΣA·U/ΣA = 0.84		
	Puente Térmico Hueco Ventana	4.7	4.0	18.8			
S	Muro de fachada	48.26	0.62	29.92	ΣA = 114.7		
	Muro de fachada	48.26	0.63	30.4	ΣA·U = 80.1		
	Muro de fachada	9.12	0.63	5.75	UMm = ΣA·U/ΣA = 0.7		
	Muro de fachada	6.67	0.67	4.47			
	Puente Térmico Hueco Ventana	2.39	4.0	9.56			



SUELOS (USm)				
Tipos	A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
Suelos profund. $\leq 0.5\text{m}$	145.07	0.72	104.45	$\Sigma A = 155.15$
Suelo en contacto con el aire exterior	10.08	0.65	6.55	$\Sigma A \cdot U = 111.0$
				$SMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.72$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (UCm, FLm)				
Tipos	A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
Cubierta en contacto con el aire exterior	28.0	0.41	11.48	$\Sigma A = 126.22$
Cubierta en contacto con el aire exterior	97.3	0.41	39.89	$\Sigma A \cdot U = 55.05$
Puente Térmico Hueco Lucernario	0.92	4.0	3.68	$UCm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.44$

HUECOS (UHm) y (FHm)				
Tipos	A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
N	H. norte	2.2	2.99	$\Sigma A = 2.2$
				$\Sigma A \cdot U = 6.58$
				$UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.99$

	Tipos	A (m2)	U	F	A·U	A·F	Resultados
E	H. este1	2.2	2.99	0.51	6.58	1.13	$\Sigma A = 3.15$
	cubierta este	0.95	2.1	0.54	1.98	0.51	$\Sigma A \cdot U = 8.57$
							$\Sigma A \cdot F = 1.64$
							$UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.72$
							$FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.52$
O	H. oeste1	8.75	2.55	0.64	22.28	5.62	$\Sigma A = 25.07$
	H. oeste1bis	1.1	2.99	0.51	3.29	0.56	$\Sigma A \cdot U = 67.5$
	H. oeste2	14.9	2.77	0.58	41.26	8.6	$\Sigma A \cdot F = 14.95$
	cubierta oeste	0.32	2.1	0.54	0.66	0.17	$UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.69$
							$FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.6$
S	H. sur	2.4	2.88	0.49	6.91	1.18	$\Sigma A = 13.8$
	H. sur3	11.4	2.77	0.52	31.57	5.93	$\Sigma A \cdot U = 38.49$
							$\Sigma A \cdot F = 7.1$
							$UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.79$
							$FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.51$

## FICHA 2. CONFORMIDAD - Demanda Energética

ZONA CLIMÁTICA EI	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
-------------------	------------------------------	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U <sub>max</sub> (proy)	U <sub>max</sub>
Muros de fachada	0.93	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.72 ≤	0.74
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	No def.	
Suelos	0.65 ≤	0.62
Cubiertas	0.41 ≤	0.46
Vidrios de huecos y lucernarios	4.33 ≤	3.1
Medianerías	No def. ≤	1.0
Particiones interiores (edificios de viviendas)	No def. ≤	1.20

Muros de fachada			
	U <sub>Hm</sub>	U <sub>MIIm</sub>	
N	0.67		
E	0.81		
O	0.84 ≤	0.57	
S	0.7		
SE	No def.		
SO	No def.		

Huecos y Lucernarios					
	U <sub>Hm</sub>	U <sub>HIIm</sub>	F <sub>Hm</sub>	F <sub>HIIm</sub>	
	2.99 ≤	3.1			
	2.72 ≤	3.1	0.52 ≤	-	
	2.69 ≤	3.0	0.6 ≤	-	
	2.79 ≤	3.1	0.51 ≤	-	
	No def. ≤	3.1	No def. ≤	-	
	No def. ≤	3.1	No def. ≤	-	

Cerr. Cont. Terr.	
U <sub>Tm</sub>	U <sub>TIIm</sub>
No def. ≤	0.57

Suelos	
U <sub>Sm</sub>	U <sub>SIIm</sub>
0.72 ≤	0.48

Cubiertas	
U <sub>Cm</sub>	U <sub>CIIm</sub>
0.44 ≤	0.35

Lucernarios	
F <sub>Lm</sub>	F <sub>LIIm</sub>
No def. ≤	0.36

Como se puede observar hay varios parámetros que exceden los máximos y por lo tanto no cumple las exigencias del CTE.

Por concretar en cuanto a valores máximos permitidos vemos como los muros de fachada exceden ligeramente el valor máximo. Así mismo ocurre con los suelos y con los vidrios y lucernarios.

Por otro lado con los valores medios límites observamos que tanto muros de fachada, como suelos y cubiertas superan el valor máximo permitido.

Esto es debido a que la vivienda fue proyectada y construida en el año 2004 y la normativa del CTE referida a la demanda energética entró en vigor en el año 2009.

## 1.6. REHABILITACIÓN DEL UNIFAMILIAR

Aunque la normativa no nos obliga a reformar la vivienda en temas de aislamiento para reducir la demanda energética, ya que sería una rehabilitación de una vivienda de menos de 1000 m<sup>2</sup>, la realizaremos en este proyecto.

Para que cumpla con los requisitos del DB-HE aumentaremos los aislamientos de muros de fachada, suelos y cubierta. Y cambiaremos los vidrios y los marcos por otros cuya transmitancia sea menos.

### 1.6.1. FICHAS JUSTIFICATIVAS DEL UNIFAMILIAR REHABILITADO

#### FICHA 1. Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	EI	Zona de baja carga interna	X	Zona de alta carga interna
----------------	----	----------------------------	---	----------------------------

Muros (UMm) y (UTm)					
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
N	Muro de fachada	72.04	0.51	36.74	$\Sigma A = 80.56$
	Muro de fachada	6.67	0.34	2.27	$\Sigma A \cdot U = 41.53$
	Puente Térmico Hueco Ventana	1.85	1.36	2.52	$UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52$
E	Muro de fachada	33.04	0.32	10.57	$\Sigma A = 74.76$
	Muro de fachada	33.6	0.32	10.75	$\Sigma A \cdot U = 32.48$
	Puente Térmico Hueco Ventana	8.11	1.36	11.06	$UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.43$
O	Muro de fachada	33.04	0.39	12.89	$\Sigma A = 87.06$
	Muro de fachada	33.04	0.33	10.9	$\Sigma A \cdot U = 41.81$
	Muro de fachada	10.64	0.37	3.94	$UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48$
	Puente Térmico Hueco Ventana	10.34	1.36	14.1	
S	Muro de fachada	48.26	0.5	24.13	$\Sigma A = 117.57$
	Muro de fachada	48.26	0.5	24.13	$\Sigma A \cdot U = 62.11$
	Muro de fachada	9.12	0.5	4.56	$UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.53$
	Muro de fachada	6.67	0.34	2.27	
	Puente Térmico Hueco Ventana	5.26	1.36	7.17	



SUELOS (USm)				
Tipos	A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
Suelos profund. $\leq 0.5\text{m}$	145.07	0.5	72.54	$\Sigma A = 155.15$ $\Sigma A \cdot U = 74.88$ $SMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48$
Suelo en contacto con el aire exterior	10.08	0.23	2.32	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (UCm, FLm)				
Tipos	A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
Cubierta en contacto con el aire exterior	28.0	0.32	8.96	$\Sigma A = 125.3$ $\Sigma A \cdot U = 40.11$ $UCm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.32$
Cubierta en contacto con el aire exterior	97.3	0.32	31.14	

HUECOS (UHm) y (FHm)					
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)	A·U (W/K)	Resultados
N	H. norte	2.2	1.44	3.17	$\Sigma A = 2.2$ $\Sigma A \cdot U = 3.17$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.44$

Tipos		A (m2)	U	F	A·U	A·F	Resultados
E	H. este1 mod	2.2	1.44	0.25	3.17	0.55	$\Sigma A = 3.15$ $\Sigma A \cdot U = 4.3$ $\Sigma A \cdot F = 0.8$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.37$ $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.25$
	cubierta este m	0.95	1.2	0.27	1.13	0.25	
O	H. oeste1	8.75	1.32	0.32	11.55	2.76	$\Sigma A = 25.07$ $\Sigma A \cdot U = 34.07$ $\Sigma A \cdot F = 7.33$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.36$ $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.29$
	H. oeste1bis	1.1	1.44	0.25	1.58	0.27	
	H. oeste2	14.9	1.38	0.28	20.56	4.21	
	cubierta oeste	0.32	1.2	0.27	0.38	0.08	
S	H. sur	2.4	1.41	0.24	3.38	0.57	$\Sigma A = 13.8$ $\Sigma A \cdot U = 19.12$ $\Sigma A \cdot F = 3.47$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.39$ $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.25$
	H. sur3	11.4	1.38	0.25	15.73	2.9	



## FICHA 2. CONFORMIDAD - Demanda Energética

ZONA CLIMÁTICA EI	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
-------------------	------------------------------	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U <sub>max</sub> (proy)	U <sub>max</sub>
Muros de fachada	0.51	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.5	≤ 0.74
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	No def.	
Suelos	0.23	≤ 0.62
Cubiertas	0.32	≤ 0.46
Vidrios de huecos y lucernarios	1.8	≤ 3.1
Medianerías	No def.	≤ 1.0
Particiones interiores (edificios de viviendas)	No def.	≤ 1.20

Muros de fachada			
	UH <sub>m</sub>	UH <sub>lim</sub>	
N	0.52		
E	0.43		
O	0.48	≤ 0.57	
S	0.53		
SE	No def.		
SO	No def.		

Huecos y Lucernarios			
	UH <sub>m</sub>	UH <sub>lim</sub>	
	1.44	≤ 3.1	
	1.37	≤ 3.1	
	1.36	≤ 3.0	
	1.39	≤ 3.1	
	No def.	≤ 3.1	
	No def.	≤ 3.1	

	FH <sub>m</sub>	FH <sub>lim</sub>	
	0.25	≤ -	
	0.29	≤ -	
	0.25	≤ -	
	No def.	≤ -	
	No def.	≤ -	

Cerr. Cont. Terr.	
UT <sub>m</sub>	UT <sub>lim</sub>
No def.	≤ 0.57

Suelos	
US <sub>m</sub>	US <sub>lim</sub>
0.48	≤ 0.48

Cubiertas	
UC <sub>m</sub>	UC <sub>lim</sub>
0.32	≤ 0.35

Lucernarios	
FL <sub>m</sub>	FL <sub>lim</sub>
No def.	≤ 0.36

Ahora vemos como, tras la rehabilitación, el unifamiliar cumple con los requisitos del CTE en cuanto a demanda energética.

Vamos a comprobar también que cumpla con la conformidad de condensaciones.

### FICHA 3. CONFORMIDAD – Condensaciones

#### CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

tipos	C.superficiales	
	$fRSi \geq fRS \text{ min}$	
Fachada Norte	fRSi	0.87
	fRS min	0.64
Fachada Este 1	fRSi	0.92
	fRS min	0.64
Fachada Este 2	fRSi	0.92
	fRS min	0.64
Fachada Oeste 1	fRSi	0.9
	fRS min	0.64
Fachada Oeste 2	fRSi	0.92
	fRS min	0.64
Fachada Oeste 3	fRSi	0.91
	fRS min	0.64
Fachada Sur	fRSi	0.88
	fRS min	0.64
Suelo saliente	fRSi	0.94
	fRS min	0.64
Cubierta saliente	fRSi	0.92
	fRS min	0.64
Cubierta tejado	fRSi	0.92
	fRS min	0.64
Huecos Este	fRSi	0.66
	fRS min	0.64
Huecos Oeste	fRSi	0.66
	fRS min	0.64
Huecos Norte	fRSi	0.66
	fRS min	0.64
Huecos Sur	fRSi	0.66
	fRS min	0.64
Lucernarios	fRSi	0.66
	fRS min	0.64

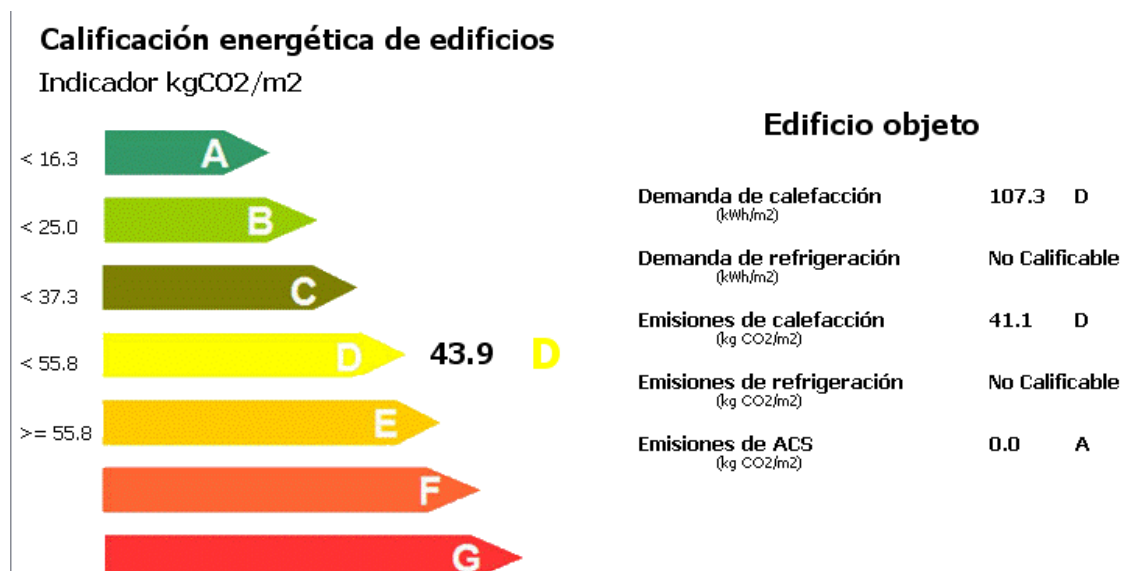
tipos	C. intersticiales								
	$P_n \leq P_{sat, n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
Fachada Norte	Psat, n	1596.09							
	Pn	1285.3							
Fachada Este 1	Psat, n	1316.04	1697.29						
	Pn	1283.0	1285.3						
Fachada Este 2	Psat, n	759.21	1254.74	1562.58	1611.79	1720.70	1768.36	1795.12	
	Pn	579.1	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3	
Fachada Oeste 1	Psat, n	764.32	1258.74	1406.53	1648.72	1728.98	1769.00		
	Pn	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3		
Fachada Oeste 2	Psat, n	1089.21	1486.79	1591.82	1754.09	1805.52	1830.78		
	Pn	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3		
Fachada Oeste 3	Psat, n	1387.21	1648.42	1733.39	1759.71	1773.36	1810.58	1836.86	1848.21
	Pn	579.1	579.1	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3
Fachada Sur	Psat, n	1519.58	1593.12	1733.90					
	Pn	921.5	942.9	1285.3					
Suelo saliente	Psat, n	1403.71	1491.52	1667.38					
	Pn	694.8	729.6	1285.3					
Cubierta saliente	Psat, n	1030.13	1448.70	1561.47	1737.32	1793.45	1821.07		
	Pn	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3		
Cubierta tejado	Psat, n	1030.13	1448.70	1561.47	1737.32	1793.44	1821.07		
	Pn	579.1	579.1	579.1	1285.3	1285.3	1285.3		

Observamos que se cumplen todos los requisitos y los parámetros están dentro de los valores exigidos.

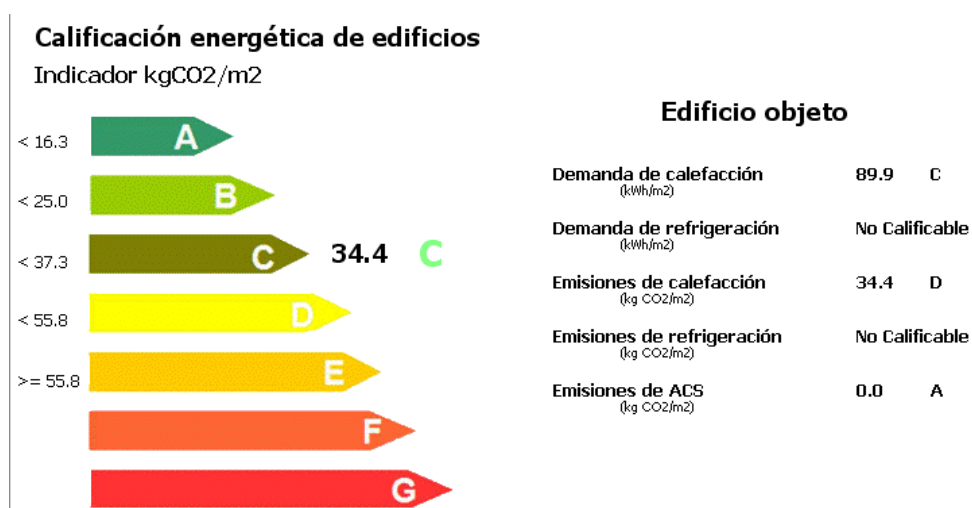
### 1.6.2. COMAPARACIÓN DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ANTES Y DESPUÉS DE LA REHABILITACIÓN

Mediante el programa CES80 vemos la calificación energética de nuestra vivienda.

La calificación obtenida para el unifamiliar original es la siguiente:



Una vez realizada la rehabilitación del unifamiliar la calificación que tiene es la siguiente:



Vemos cómo ésta a mejorado considerablemente, pasando de una nota D a una C.

## 1.7. CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

### 1.7.1. INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas se ha utilizado el Software CYPE-instalaciones del edificio, en el módulo de climatización. El módulo Climatización realiza un complejo cálculo de cargas térmicas del edificio con el objeto de lograr un acondicionamiento correcto por medio de las funciones de transferencia. Tiene en cuenta tanto las cargas de ocupación e iluminación como la transmisión a través de los huecos y cerramientos tienen un cálculo que permite simular la inercia térmica real de la carga térmica de los recintos.

El programa efectúa los siguientes cálculos:

- Carga térmica máxima de refrigeración para todos los recintos descritos en la obra.
- Carga térmica simultánea máxima de refrigeración para todos los conjuntos de recintos descritos. De este modo, se permite un mayor ajuste en la selección del equipo.
- Caudal de aire necesario para climatizar los recintos.
- Carga térmica máxima de calefacción.
- Carga térmica simultánea máxima de calefacción.

### 1.7.2. CARGAS TÉRMICAS PARA LA REFRIGERACIÓN

En la época de demanda de frío se prevé la existencia de cargas térmicas sensibles, debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica, y cargas latentes, debidas a la aportación de humedad al aire.

#### 1.7.2.1. Cargas sensibles

##### 1.7.2.1.1. Cargas por transmisión a través de cerramientos opacos

Esta carga térmica por transmisión se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = K \times S \times DT_E$$

Donde:

- Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)
- K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro

(kcal/ h m<sup>2</sup> °C)

- S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m<sup>2</sup>.
- DT<sub>E</sub> es la diferencia de temperaturas, corregida según la orientación del muro y su peso.

#### 1.7.2.1.2. Cargas por transmisión a través de cerramientos traslucidos

La carga térmica por transmisión a través de cerramientos traslucidos no se corrige en función de la orientación dado que la radiación solar se cuantifica como carga aparte.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = K \times S \times \Delta T$$

Donde:

- Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)
- K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro

(kcal/h m<sup>2</sup> °C)

- S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m<sup>2</sup>.
- Δt es la diferencia de temperaturas entre la cara exterior del cerramiento y la cara interior.

#### 1.7.2.1.3. Cargas térmicas por radiación solar

La radiación solar atraviesa las superficies traslucidas y transparentes e incide sobre las superficies interiores de los locales, calentándolas, lo que a su vez incrementa la temperatura del ambiente interior.

Las cargas por radiación se obtienen con la siguiente expresión:

$$Q = S \times R \times f$$

Donde:

- Q es la carga térmica por radiación solar (kcal/h)
- S es la superficie traslucida expuesta a la radiación en m<sup>2</sup>.

- R es la radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo en  $\text{kcal/h}\cdot\text{m}^2$ , tabulada para cada latitud.

- f es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio, efecto de sombras, etc...

#### 1.7.2.1.4. Carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior

Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = V \times 0,29 \times \Delta t$$

Donde:

- Q la carga térmica sensible por ventilación o infiltración ( $\text{kcal/h}$ )
- V el caudal de aire infiltrado o de ventilación ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- 0,29 el calor específico del aire en base al volumen ( $\text{kcal/m}^3\text{ }^\circ\text{C}$ )
- $\Delta t$  es la diferencia de temperatura entre el ambiente exterior y el interior ( $^\circ\text{C}$ ).

#### 1.7.2.1.5. Carga sensible por ocupación del local

Esta carga se determina multiplicando una valoración del calor sensible emitido por la persona tipo por el número de ocupantes previstos para el local. La cantidad de calor emitido por persona se obtiene de una tabla

### 1.7.2.2. Cargas latentes

#### 1.7.2.2.1. Carga latente por ventilación o infiltración de aire exterior

Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = V \times 0,72 \times \Delta w$$

Donde:

- Q es la carga térmica latente por ventilación o infiltración de aire ( $\text{kcal/h}$ )
- V es el caudal de aire infiltrado o de ventilación ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- 0,72 es el producto de la densidad estándar del aire ( $1,2\text{ kg/m}^3$ ) por el calor latente de vaporización del agua ( $0,6\text{ kcal/g}$ ).
- $\Delta w$  es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior y el interior ( $^\circ\text{C}$ ).

#### 1.7.2.2.2. Carga latente por ocupación del local

Esta carga se determina multiplicando una valoración del calor latente emitido por la persona tipo por el número de ocupantes previstos para el local. La cantidad de calor emitido por persona se obtiene de una tabla.

#### 1.7.2.2.3. Carga total de refrigeración

A continuación mostraremos el resultado de la carga térmica total para refrigeración del unifamiliar calculado con el programa CYPE – Instalaciones del edificio. En el documento de Cálculos se muestran más detalladamente los cálculos realizados para obtener este resultado.

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja	46.1	3873.8
Planta 1 - distribuidor	13.0	242.3
Planta 1 - dormitorio 2	32.9	394.8
Planta 1 - dormitorio 3	32.5	350.4
Planta 1 - dormitorio 4	30.3	390.7
Planta 1 - dormitorio 5	31.8	333.4
Planta 1 - mirador 1	79.6	2434.0
Bajocubierta	18.6	1503.2
Total	36.2	9522.6

### 1.7.3. CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN

El método para el cálculo de las necesidades de calefacción utilizado contempla la existencia de dos cargas térmicas, la carga térmica por transmisión de calor a través de los cerramientos hacia los locales no climatizados o el exterior, y la carga térmica por enfriamiento de los locales por la ventilación e infiltración de aire exterior en los mismos.



### 1.7.3.1. Carga térmica por transmisión

Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = C_o \times C_i \times K \times S \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

Donde:

- Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)
- $C_o$  es el coeficiente de orientación del muro
- $C_i$  es el coeficiente de intermitencia de la instalación
- K el coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m<sup>2</sup> °C)
- S la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m<sup>2</sup>.
- $t_{\text{interior}}$  la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)
- $t_{\text{exterior}}$  es la temperatura del exterior o local no calefactado

### 1.7.3.2. Carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior

Se obtiene con la siguiente expresión:

$$Q = V \times N \times 0,29 \times (t_{\text{interior}} - t_{\text{exterior}})$$

Donde:

- V el volumen del local a calefactor (m<sup>3</sup>)
- N el número de renovaciones horarias (1/h)
- 0,29 el calor específico del aire en base al volumen (kcal/m<sup>3</sup> °C)
- $t_{\text{interior}}$  la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)
- $t_{\text{exterior}}$  es la temperatura del aire exterior (°C)

### 1.7.3.3. Carga total de refrigeración

A continuación mostraremos el resultado de la carga térmica total para calefacción del unifamiliar calculado con el programa CYPE – Instalaciones del edificio. En documento Cálculos se muestran más detalladamente los cálculos realizados para obtener este resultado.

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja	59.1	4963.2
Planta 1 - baño 2	94.5	538.3
Planta 1 - distribuidor	39.9	741.4
Planta 1 - dormitorio 2	88.7	1064.5
Planta 1 - dormitorio 3	71.7	774.3
Planta 1 - dormitorio 4	74.0	954.7
Planta 1 - dormitorio 5	64.8	680.9
Planta 1 - mirador 1	56.8	1735.5
Bajocubierta	35.7	2887.7
Total	54.5	14340.5

## 1.8. INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

### 1.8.1. INTRODUCCIÓN

El término geotermia se refiere a la energía térmica producida en el interior de la tierra. Este calor es conducido a través del manto hacia la superficie terrestre donde ya no es aprovechable para las aplicaciones domésticas, es por ello que para describir la tecnología en la que se basará este proyecto, se recurre al término “energía geotérmica solar”, cuyo principio se basa en el hecho de que parte de la radiación que proviene del Sol se acumula en forma de calor en la corteza terrestre.

La gran masa de la Tierra hace que la temperatura del subsuelo, a partir de unos 15 metros de profundidad, se mantenga prácticamente constante durante todo el año; esta temperatura varía según las características del terreno y la radiación solar propia de la región. En España, un país con una gran radiación solar, la temperatura de la tierra a profundidades de más de 15 metros es relativamente alta (alrededor de los 15 grados).

Se puede considerar el subsuelo a pequeñas profundidades como fuente de calor (fuente de energía), totalmente renovable e inagotable. Mediante un sistema de captación adecuado y una Bomba de Calor Geotérmica (BCG), se consigue transferir calor de esta fuente de 15 °C (subsuelo) a otra de 60 °C (acumulador ACS o circuito de agua), para ser utilizada en calefacción doméstica y/o como agua caliente sanitaria de uso en la vivienda.

La misma bomba de calor puede absorber calor del ambiente a 40 grados y transferirlo al subsuelo con el mismo sistema de captación, esto implica que el sistema puede solucionar la calefacción doméstica y la refrigeración. Es decir, la vivienda tiene una sola instalación para su climatización total.

Este sistema de climatización es altamente ecológico puesto que no hay ninguna combustión y no se genera CO<sub>2</sub>.

## 1.8.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UNA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

### 1.8.2.1. Ventajas

- Optimización energética. Ahorro energético frente a la calefacción eléctrica del 75% y entre el 32% y el 60% frente a la calefacción por gas natural
- Potencia constante a lo largo de la Estación.
- Respeto al medio ambiente.
- Potencia optimización del espacio.
- Menor gasto en mantenimiento.
- No necesita chimeneas ni ningún sistema de apoyo.
- No desprende olores ni gases.
- La misma instalación para verano que para invierno.
- Durabilidad. El compresor de la bomba de calor, el elemento con mayor desgaste, tiene una vida útil de más de 16 años, y el intercambiador con el subsuelo de al menos 50 años.

### 1.8.2.2. Inconvenientes

- Alta inversión inicial. La amortización ronda entre los 4 y 8 años, dependiendo del consumo realizado.
- Exigencias de espacio. Las instalaciones horizontales son más económicas, pero necesitan una extensión grande de terreno. Las instalaciones verticales no requieren tanto espacio, pero la inversión es aun mayor debido a la maquinaria específica que necesita.

## 1.8.3. SISTEMAS DE CAPTACIÓN GEOTÉRMICA

### 1.8.3.1. Introducción

La captación de la energía geotérmica consiste en introducir tubos en la tierra y mediante un fluido hacer un intercambio de calor con ella. Así la tierra trabaja como foco.

La longitud de los tubos será una función del calor capaz de ser absorbido o cedido por el terreno, de las temperaturas del suelo y del fluido intercambiador, de la resistencia térmica del terreno y de las características conductivas del material del que está compuesto el tubo captador. Puede formularse una función, tal que:

$$L_{cap} = F(Q, T_s, T_f, Cap, R_s)$$

Donde:

$L_{cap}$  es la longitud del captador de calor (superficie/tiempo de contacto).

$Q$  es el calor a disipar o captar por el terreno.

$T_s$  es la temperatura del suelo.

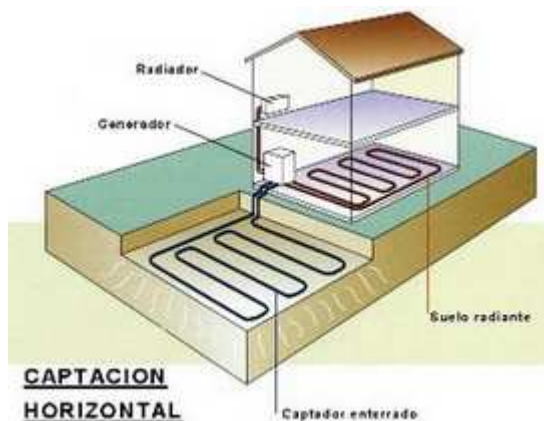
$T_f$  es la temperatura del fluido de intercambio, generalmente agua glicolada.

$Cap$  es la morfología y tipo del material captador.

$R_s$  es la resistencia térmica del terreno (inversa de la conductividad térmica).

A continuación explicaremos los diferentes tipos de captaciones geotérmicas.

#### 1.8.3.2. Captadores horizontales enterrados



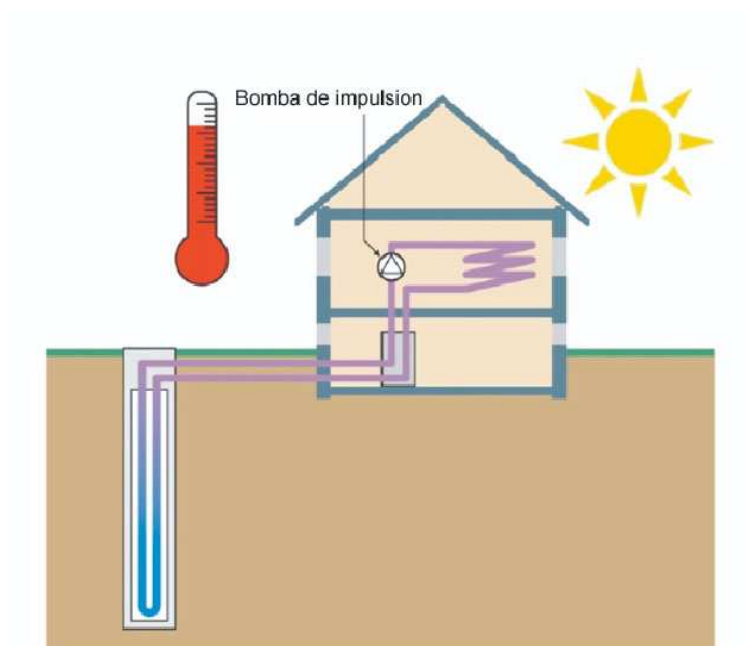
El sistema consiste en introducir un circuito de tubos enterrados horizontalmente en el suelo. La profundidad a la que se coloca este circuito es bastante pequeña. Dentro de los tubos captadores una mezcla de agua y un anticongelante. Este fluido es el encargado de hacer el intercambio de calor con el foco (la tierra). En el caso en que se quisiera obtener calor de la tierra el fluido absorbería calor de la tierra y lo llevaría a la Bomba de Calor Geotérmica donde se intercambiaría en calor.

**Ventajas:**

- Su coste es bajo, ya que no hay que excavar mucho.
- No precisa instalaciones exteriores al entorno de la vivienda
- No requiere permisos ni autorizaciones especiales, aparte del permiso de obra.
- Es limpio y ecológico. En el movimiento de tierras originado, el volumen excavado se repone como relleno del hueco originado.
- El mantenimiento de la red de captadores es, prácticamente, nulo.

**Inconvenientes:**

- La utilización de una superficie de terreno grande
- Una restricción en el empleo de dicha superficie, pues no admitirá, una vez enterrada la red de captadores, ninguna planta de raíces profundas o con ramificaciones en profundidad.
- Supondrá una dificultad para cualquier servicio añadido posterior que deba atravesar el subsuelo (redes telefónicas, TV por cable, desagües, etc.).
- Necesidad de un suelo macizo rocoso.

**1.8.3.3. Sondas geotérmicas**

La captación vertical o por sondas geotérmicas consiste en realizar unas perforaciones profundas, que pueden estar entre los 30 m y 150 m de profundidad. La forma de funcionar es similar a la captación horizontal.

Ventajas:

- No necesitas una gran cantidad de terreno
- Temperatura constante a lo largo del año
- Mayor intercambio de calor a mayor profundidad
- No es necesario un suelo de roca macizo.

Inconvenientes:

- Mayor inversión inicial.
- Necesidad de maquinaria especializada

#### **1.8.3.4. Tipo de captación elegida**

La decisión entre captadores horizontales y verticales viene determinada por las condiciones geológicas del emplazamiento, el espacio disponible y las características de la edificación.

Hemos descartado la posibilidad de realizar una captación horizontal ya que se necesitan de 1,5 a 2 veces de superficie que la que se quiere climatizar. Además de que tendríamos problemas con otras instalaciones y restringiría el uso del jardín.

Por tanto la solución adoptada es la captación mediante sondas, y para la que necesitaremos un total de 315 m de sonda. Se realizaran cuatro sondas de 80 m de longitud, ya que no es recomendable realizar perforaciones de más de 100m de profundidad. La distancia entre sondas debe ser de al menos 5 metros de separación, y de 3 m con respecto a los lindes del terreno. El diámetro de perforación será de aproximadamente 115-220 mm. El dimensionamiento de las sondas está explicado en el documento de cálculos.

#### 1.8.4. BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

##### 1.8.4.1. Introducción

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario un aporte de trabajo acorde al principio cero de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.

Este fenómeno de transferencia de energía calorífica se realiza por medio de un sistema de refrigeración por compresión de gases refrigerantes, cuya particularidad radica en una válvula inversora de ciclo que forma parte del sistema, la cual puede invertir el sentido del flujo de refrigeración, transformando el condensador en evaporador y viceversa.

##### 1.8.4.2. Tipos de bombas de calor

Se clasifican en función del fluido del que toman el calor y del fluido al que lo ceden:

- Bombas de calor AIRE-AIRE: Toman el calor del aire exterior o del de extracción y calientan el aire interior o el de recirculación.
- Bombas de calor AIRE-AGUA: Toman el calor del aire y calientan agua, siendo el tipo más habitual en instalaciones hoteleras.
- Bombas de calor AGUA-AGUA: Son similares al tipo anterior, excepto que el calor se cede al agua, que se utiliza en radiadores a baja temperatura, fan-coils, o suelo radiante.
- Bombas de calor TIERRA-AIRE y TIERRA-AGUA: Aprovechan el calor del terreno. Son instalaciones que requieren realizar perforaciones en el terreno.

##### 1.8.4.3. Bombas de calor geotérmicas

Una bomba de calor geotérmica es una bomba de calor, que mediante un fluido que circula por una sonda enterrada, absorbe o cede calor al subsuelo. Este tipo de bomba de calor tiene una eficiencia energética superior a la bomba de calor aire-aire o aire-agua, puesto que se beneficia de la característica que el suelo presenta una temperatura constante a lo largo de todo el año.



Otra ventaja es que al realizar el intercambio de calor de forma óptima, mediante un fluido y no mediante un gas como el aire, se incrementa la eficiencia de la bomba de calor geotérmica.

Las bombas de calor se caracterizan por el número de COP (Coefficient Of Performance) que tengan.

Este COP se define como el cociente entre la energía útil obtenida de la máquina y la energía de todo tipo que dicha máquina ha consumido en el proceso.

$$\text{COP} = \text{energía obtenida} / \text{energía consumida}$$

La potencia eléctrica consumida es la que se realiza en el compresor de la máquina.

#### **1.8.4.4. Bomba de calor geotérmica seleccionada**

Es el elemento de la instalación encargado de transformar el calor absorbido por el agua del intercambiador enterrado en el suelo, en aumentar o disminuir la temperatura del agua del circuito secundario, para producir agua caliente o fría para calefacción o refrigeración según proceda. En este caso se ha elegido la bomba geotérmica tierra-agua de la marca IMMO-SOLAR, el modelo IS-SW 22 KW r.a.. Dicha bomba tiene una potencia térmica de 22 kW y un índice de rendimiento COP de 4,7 con lo que es suficiente para cubrir el 100% de las cargas térmicas y demanda de ACS.

#### **1.8.4.5. Componentes de la instalación geotérmica**

##### **1.8.4.5.1. Bomba de calor geotérmica**

La elegida es la que se ha explicado en el apartado anterior.

##### **1.8.4.5.2. Sonda geotérmica vertical**

Se realizarán cuatro sondeos. Cada sondeo geotérmico para instalación vertical, de 80 m de longitud y 118 mm de diámetro, está formado por dos sondas, estando formada cada sonda por un tubo de polietileno de alta densidad (PE 100) de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor, SDR11, y un pie con forma de V, al que se sueldan los tubos, peso de la sonda 985,5 kg, temperatura de trabajo entre -20°C y 30°C, suministrada en rollos, con

tubo de inyección, conjunto de dos piezas en Y, distanciadores para tubos, llenado de la tubería con solución anticongelante y mortero preparado de bentonita y cemento.

#### 1.8.4.5.3. Arqueta

La arqueta para la conexión de sondas geotérmicas, prefabricada, de polietileno (PE), dimensiones exteriores 1000x800x1150 mm, con tapa, conexiones de 63 mm de diámetro y 5,8 mm de espesor con la bomba de calor geotérmica y de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor con las sondas geotérmicas, para 4 circuitos, de 53,7 kg, con colector formado por módulo de impulsión y módulo de retorno, de 1 1/4", con caudalímetro para cada circuito, llave de corte en cada módulo y purgador de aire, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor.

#### 1.8.4.5.4. Tubería de conexión entre las sondas y la bomba

La tubería para circuito de conexión de bomba de calor con colector, enterrada, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas azules, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, SDR11, PN=16 atm, llenado de la tubería con solución anticongelante.

#### 1.8.4.5.5. Grupo de impulsión

Grupo de impulsión, para refrigeración pasiva (free-cooling), en instalación de geotermia, formado por bomba de circulación Grundfos Alpha 2L 25-60, centralita para regulación de la temperatura de impulsión, válvula de 3 vías con servomotor, intercambiador de placas, conexiones de 1 1/4" de diámetro con el circuito primario, válvulas de corte de 1" de diámetro con termómetros en las conexiones con el circuito secundario, sonda de temperatura de impulsión y sonda de temperatura exterior, con kit de control termostático, termostato de control vía radio y sonda de humedad con conexión inalámbrica.

## 1.9. INSTALACIÓN DE BIOMASA

### 1.9.1. INTRODUCCIÓN

La biomasa comprende todo tipo de materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal. Podemos encontrar que está formada por leña, arbustos, residuos forestales, restos de poda, residuos agrícolas como la paja, residuos de industrias madereras, papeleras y agroalimentarias, estiércol, residuos de explotaciones agro-ganaderas, residuos sólidos urbanos y aguas residuales urbanas entre otros.

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa, si bien puede utilizarse también para la producción de electricidad. La biomasa puede alimentar un sistema de climatización (calor y frío) del mismo modo que si se realizara con gas, gasóleo o electricidad.

La producción térmica puede realizarse mediante:

- Estufas, normalmente de pellets o leña, que calientan una única estancia y normalmente actúan simultáneamente como elementos decorativos.
- Calderas de baja potencia para viviendas unifamiliares o construcciones de tamaño reducido.
- Calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, que actúan como calefacción centralizada.
- Centrales térmicas que calientan varios edificios o instalaciones (district heating) o grupo de viviendas.

Utilizar la biomasa como combustible es un recurso renovable ya que se produce a la misma velocidad del consumo, siempre y cuando el consumo sea controlado y se evite la sobreexplotación de los recursos naturales.

## 1.9.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UNA INSTALACIÓN DE BIOMASA

### 1.9.2.1. Ventajas

- Respetuoso con el medioambiente. Balance neutro de CO<sub>2</sub>.
- Menor precio comparativo con otros combustibles y su mayor estabilidad.
- La operación y mantenimiento de estos sistemas es sencillo al ser sistemas automáticos con incorporación de control electrónico.
- Alta resistencia al desgaste, larga vida útil
- buen rendimiento energético, superando valores entre el 75 y el 90% de eficiencia según el equipo.

### 1.9.2.2. Inconvenientes

- Mayor inversión inicial que en las calderas convencionales.
- Requiere más mantenimiento que la instalación de geotermia.
- Necesidad de espacio para almacenar el combustible.
- Relativa dificultad de encontrar distribuidores de combustible, frente a otros tipos de combustible.

## 1.9.3. TIPOS DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS PARA LA BIOMASA

El desarrollo del mercado de la biomasa ha permitido que en la actualidad exista una gran variedad de biocombustibles sólidos susceptibles de ser utilizados en sistemas de climatización de edificios. De entre todos ellos, los tipos de biomasa comerciales empleados comúnmente para sistemas de calefacción son:

- Pellets, producidos de forma industrial.
- Astillas, provenientes de las industrias de la primera y segunda transformación de la madera o de tratamientos silvícolas y forestales (podas, clareos, cultivos energéticos leñosos, etc.).

- Residuos agroindustriales, como los huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, almendra, piña, etc.
- Leña, que puede producirla el propio usuario u obtenerse en el mercado.

	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Tabla.10. Propiedades de los biocombustibles sólidos (Norma UNE-CEN/TS 14961 EX)

### 1.9.3.1. Pellets

Los pellets de biomasa son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropellets. En el proceso de pelletización no se utilizan productos químicos sino simplemente presión y vapor, aunque es posible encontrar también un porcentaje reducido de aditivos biológicos

- Ventajas:
  - Elevado poder calorífico.
  - Muy bajo contenido en cenizas, reduciendo las necesidades de operación y mantenimiento.
  - Las calderas de pellets son de muy alta eficiencia, incluso existen calderas de condensación de pellets.
  - Se comercian a nivel internacional, con una composición constante.
  - Se utilizan con composiciones estándar en Europa.
- Inconvenientes:
  - Elevado precio en comparación con otras biomásas.

### 1.9.3.2. Astillas

Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.

En función de su procedencia y calidad, pueden distinguirse dos grupos principales de astillas:

- Astillas de clase 1: provenientes de la industria de la primera y segunda transformación de la madera o maderas forestales muy limpias. Suelen tener humedades menores al 30%, aunque pueden alcanzar el 45%. Apropriadadas para su uso en instalaciones domésticas y válidas para todo tipo de instalaciones.
- Astillas de clase 2: procedentes de tratamientos silvícolas, agrícolas y forestales (podas, clareos, entresacas, cultivos energéticos leñosos, etc.). Hasta un 45% de humedad. Utilizada en instalaciones de media a muy alta potencia, como grandes edificios y redes de calefacción.

Como ventaja tiene que, al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tienen un coste inferior a biomásas producidas industrialmente. Se pueden producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets o el hueso de aceituna.

Sin embargo, el control de calidad de las astillas de madera y de los residuos agroindustriales es muy importante ya que sus características son poco homogéneas, principalmente en lo que se refiere al poder calorífico y la humedad. Las astillas muy húmedas (> 40%), los trozos de madera grandes en las astillas, así como algunos tipos de residuos agrícolas son poco recomendables en la mayoría de las calderas para edificios y viviendas.

- Ventajas:
  - Su coste de producción es inferior al de los pellets debido al menor proceso de elaboración requerido.

- Las astillas limpias de corteza y secas (clase 1) son normalmente de alta calidad.
- Tiene un grado medio de estandarización a nivel Europeo.
- Inconvenientes:
  - Son menos densas que los pellets y el hueso de aceituna, por lo que precisan de un espacio mayor para el almacenamiento.
  - Al ser menos densas, el transporte sólo se justifica hasta una distancia corta (< 50 km).

### 1.9.3.3. Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y la uva, y de los frutos secos.

Normalmente, son combustibles económicos y de buena calidad, aunque en algunos casos se debe prestar una especial atención a las distintas calidades de una misma biomasa.

- Ventajas:
  - Disponibilidad y tipos (abundancia de productos y cantidades).
  - Grandes producciones en España.
  - Su coste de producción es inferior debido al ser subproductos de un proceso.
  - Normalmente tienen un elevado poder calorífico, pero se debe tener precaución con la calidad de la biomasa que va a adquirirse, evitando biomásas con residuos no deseados.
- Inconvenientes:
  - Su contenido en cenizas, aunque es aceptable, es superior al del pellet, por lo que las labores de mantenimiento tenderán a ser mayores.

### 1.9.3.4. Combustibles tradicionales: leña y briquetas

Aunque su uso se da con menor frecuencia que el del resto de los biocombustibles sólidos presentados previamente, existen también calderas modernas diseñadas para su uso con leña o briquetas. No obstante, su uso se reduce casi exclusivamente a calderas de viviendas unifamiliares y a geografías con alta disponibilidad de este tipo de biomasa.

### 1.9.3.5. Combustible seleccionado

El tipo de combustible elegido por sus ventajas es el pellet. Aunque su precio es mayor tiene una mayor eficiencia que el resto de combustibles. También su poder calorífico es mayor y produce menos cenizas, lo que hace que el mantenimiento de la caldera sea menor y su durabilidad mayor. Y por último el pellet es el biocombustible que más normalizado está, por lo que tendremos un rendimiento similar.

## 1.9.4. ALMACENAMIENTO DEL COMBUSTIBLE

### 1.9.4.1. Tipos de almacenamientos del combustible

Tipo de almacenamiento	Tipo de almacenamiento	Sistema de carga del silo	Sistema de alimentación de la caldera	Observaciones
Almacenamiento prefabricado	Contenedor o tolva exterior	Sistema neumático	Tornillo sinfín o sistema neumático	Normalmente se utiliza en viviendas unifamiliares
	Silo flexible	Sistema neumático o semiautomático	Tornillo sinfín o sistema neumático	Capacidad de entre 2 y 5 toneladas. Para viviendas unifamiliares o pequeños edificios (calderas de < 40 kW). Puede ser de lona o de polipropileno
	Depósito subterráneo	Sistema neumático	Sistema neumático	Tanto en viviendas unifamiliares como en grandes instalaciones.
	Tolva o almacenamiento integrado	Semiautomático	Semiautomático	Almacenamiento integrado en la caldera. Pequeño tamaño (100-1.000 l)
Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente)	Con suelo inclinado de 2 lados	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfín o sistema neumático	No necesita agitador
	Con suelo inclinado de 1 lado	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfín o sistema neumático	Agitador sólo hasta 25°. A mayor ángulo de inclinación, mayor espacio muerto bajo los lados inclinados



Tipo de almacenamiento	Tipo de almacenamiento	Sistema de carga del silo	Sistema de alimentación de la caldera	Observaciones
Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente)	Con suelo horizontal	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sin fin o sistema neumático	Con agitador siempre
		Descarga directa	Semiautomático	Para combustibles de tamaño o forma heterogénea como leña o briquetas, que son difíciles de automatizar

Tabla.11. Propiedades de los biocombustibles sólidos (Guía Técnica de Instalaciones de biomasa térmica en edificios)

#### 1.9.4.2. Tipo de almacenamiento seleccionado

Depósito prefabricado de superficie para almacenaje de pellets, de lona, con estructura de acero, de 1,18x1,18x2,28 m, con capacidad para 1,4 t, modelo M118 "HERZ".

### 1.9.5. CALDERAS DE BIOMASA

#### 1.9.5.1. Tipos de calderas

En la siguiente tabla se exponen los diferentes tipos de calderas según la tecnología que tienen.

Tecnología	Propiedades	Tipo de caldera	Comentarios
Calderas convencionales adaptadas para biomasa	Menor rendimiento (hasta 85%). Semi-automáticas	Calderas de gasóleo con quemador de biomasa	La potencia se reduce por la adaptación al uso de biomasa. La limpieza de la caldera no es totalmente automática
		Calderas adaptadas con quemador fijo o en cascada	La potencia se reduce por la adaptación al uso de biomasa. La limpieza de la caldera no es totalmente automática
Calderas estándar de biomasa	Alto rendimiento (hasta 92%). Automáticas	Calderas de biomasa con alimentador inferior	Calderas domésticas que únicamente pueden consumir pélets estándar. Equipos compactos. Aptas para combustibles con bajo contenido en cenizas (pélets, astillas, algunos biocombustibles agroindustriales)
		Calderas de biomasa con parrilla móvil	Aptas para biocombustibles con altos contenidos de humedad y cenizas. Se utiliza para potencias superiores a los 100 kW
Calderas mixtas	Alto rendimiento (hasta 92%). Automáticas	Todos	Permiten el uso alternativo de dos combustibles en función de las necesidades de cada situación. Precisan un almacenamiento y un sistema de alimentación de la caldera para cada combustible
Calderas a condensación	Máximo rendimiento (hasta 103% respecto al PCI). Automáticas	Calderas de biomasa con alimentador inferior	Aptas sólo para el uso de pélets. Baja potencia (< 70 kW)

Tabla.11. Tipos de calderas de biomasa según su tecnología (Guía Técnica de Instalaciones de biomasa térmica en edificios)

### 1.9.5.2. Caldera seleccionada

La caldera seleccionada es la siguiente:

Caldera para la combustión de pellets, potencia útil de 5,9 a 19,5 kW, modelo HPK-RA 19,5 "GILLES".

### 1.9.6. ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA

Alimentador de pellets, estándar, apto para caldera de biomasa de la serie HPK-RA de potencia entre 12,5 y 40 kW, con tornillo sinfín en conducto abierto de 2 m de longitud, motor eléctrico libre de mantenimiento de 0,05 kW de potencia nominal y 230 V de tensión, "GILLES". Conexión superior con el quemador de la caldera.

### 1.9.7. CHIMENEA

Las emisiones a la atmósfera de los sistemas de climatización con biomasa no varían mucho respecto a las de otros combustibles, y son mucho menores que las de carbón.

El sistema de evacuación de humos consiste en una chimenea. La única diferencia con una chimenea de un sistema de combustible líquido o gaseoso es el diámetro necesario. En el caso de biomasa hay que prever un volumen de gases ligeramente superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa se evapora en la caldera y da lugar a vapor de agua que sale mezclado con los productos de la combustión, aumentando así el volumen de los gases.

Se va a instalar una chimenea circular de 150mm de diámetro. Esta se aislara mediante lana mineral de 30 mm.

## 1.10.SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Vamos a distinguir diferentes tipos de sistemas de calefacción según el aparato calefactor:

- Instalación de radiadores
- Instalación de convectores
- Instalación con suelo radiantes
- Instalación con fan-coils

### 1.10.1. INSTALACIÓN CON RADIADORES

El fluido calorportador va de la caldera a los diferentes radiadores. Los radiadores son objetos por los que circula el fluido y que tienen la máxima superficie en contacto con el ambiente para poder realizar un buen intercambio de calor.

Era el sistema más convencional hasta hace unos pocos años.

### 1.10.2. INSTALACIÓN POR CONVECTORES

Físicamente son similares a los radiadores. Estos aparatos se componen por un amortizador de ambientes, una mirilla, una perilla de encendido y regulación, una salida de aire caliente y una entrada de aire frío.

La calefacción por convectores funciona con una resistencia que calienta el aire que circula por su interior.

### 1.10.3. INSTALACIÓN CON SUELO RADIANTE

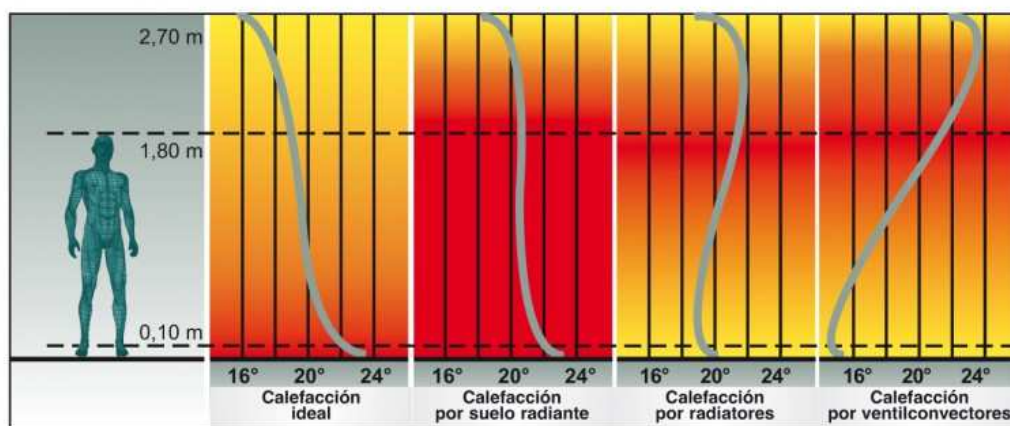
Consiste en crear un circuito de tuberías bajo el suelo. En ese circuito circulará el fluido calorportador que hará el intercambio de calor con el ambiente.

La temperatura de trabajo del agua está entre los 30 y 50°C, no superando nunca los 55°C. Esto permite usar generadores de calor a baja temperatura. En un local calefactado

por este sistema la temperatura es muy uniforme. No existen zonas frías y zonas caliente como ocurre en calefacciones por aire o por radiadores.

La velocidad de circulación del aire no supera los 0.05msg con lo que no hay movimiento de polvo ni ennegrecimiento de paredes y cortinas. Además, por este motivo se evita la sensación desagradable de corrientes fluctuantes de aire.

Un sistema radiante cumple mejor que ningún otro con las condiciones interiores de bienestar térmico establecidas en la RITE en su ITE 02.2.1, en lo que se refiere a gradiente térmico según la altura y a velocidad de circulación del aire.



Como vemos en la imagen es el sistema cuya curva más se acerca a la calefacción ideal.

#### 1.10.4. INSTALACIÓN CON FAN-COILS

El Fan-Coil es un sistema de acondicionamiento y climatización de tipo mixto; resulta ventajoso en edificios donde es preciso economizar el máximo de espacio. Suple a los sistemas centralizados que requieren de grandes superficies para instalar sus equipos.

El Fan-Coil consta de:

- Unidad Evaporadora, con Central Térmica: donde se calienta o enfría el agua; por lo general se sitúa en la cubierta del edificio. El agua enfriada o calentada corre por las tuberías hasta las unidades individuales.
- Unidades Individuales denominadas Fan Coil : situadas en cada ambiente a acondicionar, a los cuales llega el agua. Allí el aire es tratado e impulsado con un

ventilador al local a través de un filtro. De este modo, cuando el aire se enfría es enviado al ambiente transmitiendo el calor al agua que retorna siguiendo el circuito.

#### 1.10.5. SISTEMA DE CALEFACCIÓN SELECCIONADO

Debido a la gran cantidad de ventajas que tiene, hemos elegido el suelo radiante como sistema de calefacción. Es el sistema cuya curva de calor más se asemeja a la ideal, crea menos corrientes de aire y tiene una gran eficiencia energética en comparación con los otros sistemas de calefacción.

##### 1.10.5.1. Elementos de la instalación del suelo radiante

- Film de polietileno de baja densidad. Sirve como barrera antihumedad entre el suelo base y la superficie emisora de suelo radiante colocada encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades.
- Panel aislante liso de poliestireno expandido (EPS), con lámina superficial de aluminio. Tiene una doble función. Por una parte aislará inferiormente las tuberías del suelo radiante, haciendo que éste tenga menos pérdidas y que el control de temperatura de los diferentes recintos sea mayor. Y por otro lado servirá de base donde fijar los tubos.
- Banda perimetral. Es una banda de material aislante que separa la losa de mortero y el solado de las paredes, logrando que éste sea un pavimento, flotante, facilitando la dilatación del mismo y paliando el efecto de fuga de calor debido al puente térmico del suelo con las paredes y los cerramiento laterales. La temperatura de trabajo de los sistemas radiantes no implica riesgo de rotura del solado por efectos de dilatación. El material para la banda perimetral puede ser poliuretano, poliestireno expandido.
- Tubo multicapa de polietileno de alta densidad/aluminio/polietileno resistente a la temperatura (PE-AD/Al/PE-RT). Tubos por donde circulará el fluido.
- Grapa de plástico para la fijación de tubo al panel liso. Objeto con el que se fija a los tubos a el panel aislante.
- Capa de mortero autonivelante de 5 cm de espesor.

- Conjuntos de distribución. Los diferentes circuitos formados por los tubos multicapas, van unidos a un colector de ida y otro de retorno. El tubo se une al colector de ida por medio de una válvula de reglaje equipada con racoradaptador. El tubo se une al colector de retorno por medio de un detentor con su racor correspondiente. Cada colector puede ir equipado con una válvula de corte. En este proyecto tendremos 3 colectores para 5, 7 y 8 circuitos.

- Soportes para colectores. Irán instalados a una altura del suelo no inferior a 50 cm.
- Grupo de impulsión directa. Es el encargado de impulsar el fluido por las tuberías.
- Equipo de regulación y control para colectores de suelo radiante. Gadget con el que el usuario podrá controlar y regular la potencia de calefacción del suelo radiante.

#### 1.10.6. CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE

Lo primero que tenemos que hacer a la hora de diseñar el suelo es conocer las cargas térmicas que vamos a tener en cada recinto de nuestro unifamiliar.

Un punto importante a la hora de diseñar el circuito de suelo radiante es que el armario de colectores de los circuitos deberá estar lo más centrado posible para que así la difusión del calor sea más homogénea. Cada planta tendrá una caja de colectores. En la planta baja tendremos un colector para 7 circuitos, en la primera planta un colector para 8 circuitos y en la planta de bajocubierta un colector para 5 circuitos.

El colector dispondrá de un purgador en la parte superior por el cual saldrá el posible aire que se halla formado, así conseguiremos que no se produzca ningún parón en el circuito de carga.

##### 1.10.6.1. Cálculo de las longitudes de las tuberías del suelo radiante

Una de las cosas que tenemos que tener en cuenta a la hora de calcular la longitud del suelo radiante es la separación entre tubos. En este proyecto la separación será de 20 cm. Otro punto importante es que se recomienda que la longitud del tubo no debe sobrepasar los 120 m para evitar que se produzcan excesivas pérdidas de carga y de temperatura del fluido. De ese modo deberemos dividir los recintos en tantas zonas como sea necesario para no sobrepasar esos 120 m.

Una vez tenidas esas cuestiones en cuenta, la fórmula con la que calcularemos las longitudes de nuestros circuitos es la siguiente:

$$L = A/e + 2I$$

Donde:

- A: Área a calefactor cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>).
- e: Distancia entre tubos (20 cm.).
- I: Distancia entre colectores y el área a calefactor (m).

#### 1.10.6.2. Cálculo de la temperatura del fluido

El salto térmico entre el agua de impulsión y el de retorno se fija en 5 °C. La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras (T<sub>ma</sub>) está en función de la demanda térmica del recinto (Q), la temperatura interior de diseño (T<sub>i</sub>) y del coeficiente de transmisión térmica (K<sub>a</sub>). La calculamos con la siguiente fórmula:

$$Q [W/m^2] = K_a \cdot [T_{ma} - T_i]$$

El coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos [K<sub>a</sub>] la calculamos aplicando la expresión:

$$K_a [W/m^2 \text{ } ^\circ C] = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/\alpha)]$$

Donde:

- e = Espesor de la capa [m].
- λ = Conductividad térmica del material de la capa [W/m °C].
- α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo [W/ m<sup>2</sup> °C].

#### 1.10.6.3. Cálculo del caudal

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante está en función de la potencia térmica emitida y del salto térmico entre la impulsión al circuito y el retorno desde éste. Lo obtenemos con la siguiente fórmula:

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret})$$

Donde:

- $m$  = Caudal de agua [Kg/h].
- $C_p$  = Calor específico del fluido [Kcal/Kg °C ].
- $T_{imp} - T_{ret}$  = Salto térmico impulsión - retorno = 5 °C

## 1.11.INSTALACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

### 1.11.1. INTRODUCCIÓN

Para la obtención de agua caliente sanitaria (A.C.S.) vamos a utilizar el mismo equipo que el que utilizemos para la climatización del unifamiliar ya sea la caldera de biomasa o la bomba de calor geotérmica.

### 1.11.2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN Y DEMANDA DE A.C.S.

Hay diferentes formas de obtener el agua caliente. Como ya hemos dicho, en este proyecto la producción de agua caliente se realizará mediante los dos equipos a estudio.

Ya que ambos equipos no son capaces de abordar una demanda instantánea de agua caliente debemos instalar un sistema de acumulación.

Para que sea un sistema eficiente se ha decidido instalar un acumulador de inercia.

El C.T.E en su documento básico HE 4 establece la directriz de calcular la demanda de A.C.S. con las siguientes tablas:



Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla.12. demanda de A.C.S. (CTE DB-HE4)

En el caso particular de este proyecto teniendo 5 dormitorios equivaldría a tener 7 personas. Al ser un unifamiliar se calcula a 30 l. por persona.

$$A.C.S.(l) = 7 \cdot 30l = 210 l.$$

Si bien exige una producción de 210 l a 60 °C al día, esta cantidad se suele quedar corta y vamos a calcular un consumo de 280 l a 60 °C al día.

De todas formas el sistema elegido para la acumulación de A.C.S. es un acumulador de inercia debido a su mayor eficiencia, y por lo tanto ahorro energético, de combustible y a la larga económico. Lo que hace tener un acumulador de inercia es que la caldera o la bomba de calor esté trabajando durante más tiempo seguido y no durante tramos cortos de tiempo, que es lo que hace que estos sistemas pierdan eficiencia. Los instaladores de estos sistemas aconsejan que el volumen de este acumulador debe ser de entre 30 o 40 litros por KW de la caldera. En nuestro caso teniendo una caldera de 22 KW de geotermia y de 19,5 KW para biomasa, elegiremos un acumulador de 765 l.

El acumulador elegido es el Vaillant allSTOR VPS 800/2.

### 1.11.3. MATERIALES PARA LAS CONDUCCIONES

Los materiales más empleados son el acero, el cobre y ciertos plásticos como copolímeros de polipropileno y polibuteno. En nuestro caso, el material elegido es el cobre por ser fácil de trabajar (se puede curvar con gran facilidad evitando la incorporación de curvas) y ofrecer buenos resultados al paso del tiempo.

Las tuberías deberán ir correctamente aisladas siempre que el fluido transportado supere los 40°C y las conducciones discurren por el exterior o locales no calefactados.

### 1.11.4. GRUPO DE IMPULSIÓN Y DE CONTROL

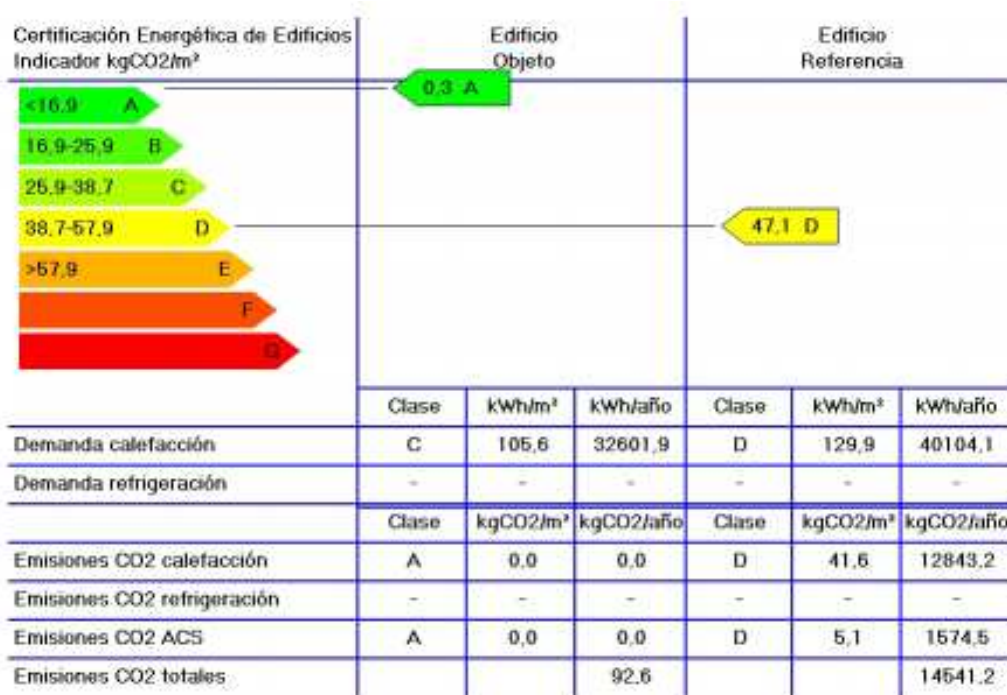
Mediante una centralita instalada en el acumulador se controlará la presión de impulsión y el caudal con el que circulará el agua caliente.

## 1.12.CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL UNIFAMILIAR CON LA CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES

Con la ayuda del software Calener-VYP se ha realizado la calificación de la vivienda con los sistemas de climatización y producción de A.C.S. con energías renovables.

### 1.12.1. INSTALACIÓN DE BIOMASA

La calificación energética del unifamiliar con la instalación de biomasa es la siguiente:

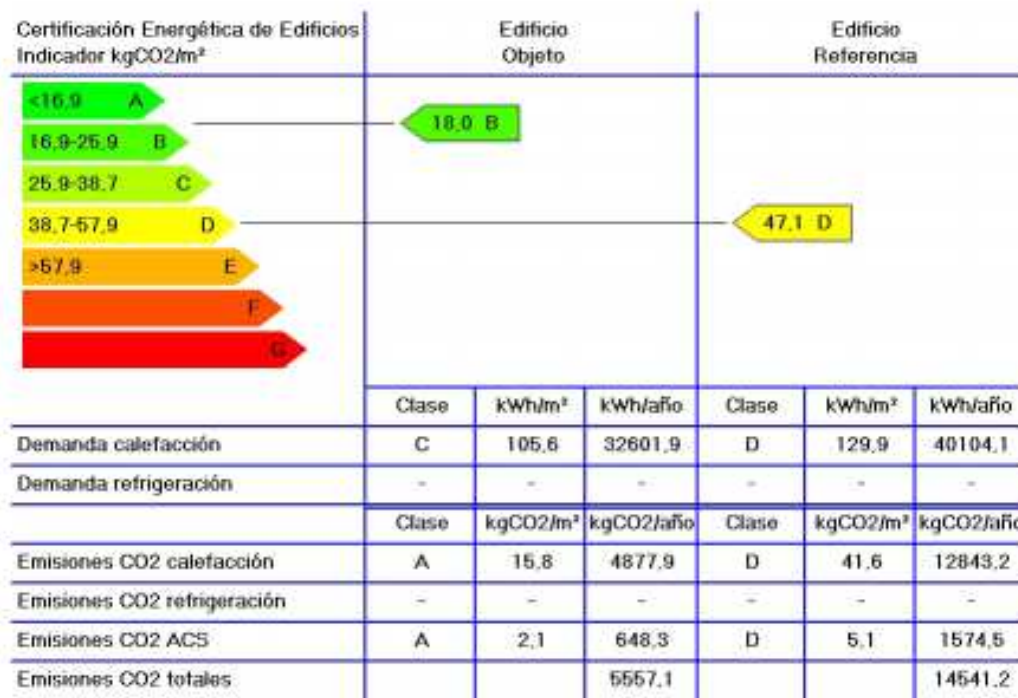


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	154,7	47774,2	198,0	81142,4
Consumo energía primaria (kWh)	155,5	48014,4	210,8	85081,8
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	0,3	92,8	47,1	14541,2

## 1.12.2. INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

La calificación energética del unifamiliar con la instalación geotérmica es la siguiente:



Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	27,8	8585,0	198,0	81142,4
Consumo energía primaria (kWh)	72,4	22348,8	210,8	85081,8
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	18,0	5557,1	47,1	14541,2

Como se puede observar ambas calificaciones son muy buenas pero la instalación de biomasa obtiene una calificación A y la de geotermia una B muy cercana a la A.

Si lo comparamos con la calificación obtenida al principio del proyecto que era de una C una vez rehabilitado el proyecto y de una D con la vivienda original, vemos cómo se ha mejorado notablemente la eficiencia energética de la vivienda.

## EXIGENCIAS TÉCNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.

Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.

Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

### 1.12.3. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

#### 1.12.3.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

### 1.12.3.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior

#### 1.12.3.2.1. Categorías de calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

#### 1.12.3.2.2. Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m <sup>3</sup> /h)	Por unidad de superficie (m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ))	Por recinto (m <sup>3</sup> /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

### 1.12.3.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

#### **1.12.3.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica**

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

### **1.12.4. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### **1.12.4.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío**

##### **1.12.4.1.1. Generalidades**

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

##### **1.12.4.1.2. Cargas térmicas**

###### **1.12.4.1.2.1. Cargas máximas simultáneas**

Los cálculos se encuentran en el apartado 3 del listado completo de cargas térmicas.

###### **1.12.4.1.2.2. Cargas parciales y mínimas**

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

## Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
PFC	0.97	1.39	2.09	3.42	4.02	4.12	4.48	4.50	4.06	2.93	1.63	1.04
Planta 1 - dormitorio 2	0.03	0.07	0.14	0.24	0.36	0.41	0.46	0.46	0.39	0.28	0.12	0.06
Planta 1 - dormitorio 3	0.07	0.10	0.15	0.24	0.33	0.36	0.41	0.41	0.35	0.26	0.14	0.09
Planta 1 - dormitorio 4	0.05	0.08	0.15	0.25	0.36	0.40	0.45	0.45	0.39	0.28	0.13	0.07
Planta 1 - dormitorio 5	0.15	0.17	0.22	0.25	0.32	0.34	0.39	0.39	0.36	0.30	0.21	0.16
Planta 1 - distribuidor	0.00	0.00	0.05	0.11	0.20	0.22	0.28	0.28	0.23	0.14	0.04	0.00
Planta 1 - mirador 1	0.96	1.48	1.95	2.43	2.67	2.73	2.83	2.82	2.60	2.04	1.38	0.88
planos	0.62	0.79	1.07	1.22	1.32	1.19	1.48	1.71	1.75	1.47	1.01	0.68

## Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
PFC	5.76	5.76	5.76
Planta 1 - baño 2	0.63	0.63	0.63
Planta 1 - dormitorio 2	1.24	1.24	1.24
Planta 1 - dormitorio 3	0.90	0.90	0.90
Planta 1 - dormitorio 4	1.11	1.11	1.11
Planta 1 - dormitorio 5	0.79	0.79	0.79
Planta 1 - distribuidor	0.86	0.86	0.86
Planta 1 - mirador 1	2.02	2.02	2.02
planos	3.35	3.35	3.35

#### 1.12.4.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío

##### 1.12.4.2.1. Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.



#### 1.12.4.2.2. Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

### **1.12.4.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas**

#### 1.12.4.3.1. Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

#### 1.12.4.3.2. Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

##### THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

##### THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

**THM-C3:**

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

**THM-C4:**

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

**THM-C5:**

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
PFC	THM-C1
Planta 1 - baño 2	THM-C1
Planta 1 - dormitorio 2	THM-C1
Planta 1 - dormitorio 3	THM-C1
Planta 1 - dormitorio 4	THM-C1
Planta 1 - dormitorio 5	THM-C1
Planta 1 - distribuidor	THM-C1
Planta 1 - mirador 1	THM-C1
planos	THM-C1

#### 1.12.4.3.3. Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

#### 1.12.4.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía

##### 1.12.4.4.1. Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

#### 1.12.4.5. Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria mediante la justificación de su documento básico.

#### **1.12.4.6. Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional**

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interaccionan de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

#### **1.12.4.7. Lista de los equipos consumidores de energía**

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

### **1.12.5. EXIGENCIA DE SEGURIDAD**

#### **1.12.5.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío**

##### **1.12.5.1.1. Condiciones generales**

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

##### **1.12.5.1.2. Salas de máquinas**

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

#### 1.12.5.1.3. Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

### 1.12.5.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

#### 1.12.5.2.1. Alimentación

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

#### 1.12.5.2.2. Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

#### 1.12.5.2.3. Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

#### 1.12.5.2.4. Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

### **1.12.5.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios**

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

### **1.12.5.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización**

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

## **1.13.RESUMEN DE LOS PRESUPUESTOS**

Se han realizado dos presupuestos. Uno para la instalación de climatización con la instalación de geotermia. El otro presupuesto es el de la instalación de climatización con la instalación de biomasa.

Para ambas instalaciones se han tenido en cuenta las ayudas de la Comunidad de Castilla y León para la instalación de energías renovables.

En el caso de la instalación de geotermia subvencionan 420 €/kW de la bomba, en el caso en que sea un circuito cerrado con sondas verticales. Dan una subvención máxima de 200.000 €. En nuestro caso la bomba es de 22 kW, por lo que la subvención que nos concederían sería de 9240 €.

Para la instalación de biomasa la subvención es del 25% de la inversión, para la instalación en viviendas aisladas. La subvención máxima para este tipo de instalaciones es de 10.000 €. El presupuesto de la instalación de biomasa es de 62.493,01 €. El 25% de esa cantidad es 15.623,25 €, por lo que nos subvencionarán con 10.000 €.

A continuación se muestran los resúmenes de las dos instalaciones:

## 1.13.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA

**Asciende el Presupuesto Total de la instalación de biomasa a la expresada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMO**

## 1.13.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE GEOTERMIA

**Asciende el Presupuesto Total de la instalación de geotermia a la expresada cantidad de SESENTA MIL QUINIENTOS TREINTA EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS**

## 1.14. ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LAS INSTALACIONES

En este apartado vamos a mostrar de una manera sencilla un estudio de rentabilidad de los sistemas instalados para comparar ambos métodos de obtención de energía.

También lo compararemos con el sistema actual de la vivienda.

	gasoil	geotermia	biomasa
Requerimiento de energía primaria para la vivienda	54.973,7 kWh/año	54.973,7 kWh/año	54.973,7 kWh/año
Consumo de A.C.S.	6.437,8 kWh/año	6.437,8 kWh/año	6.437,8 kWh/año
Ahorro obtenido	0 kWh/año	48.345,22 kWh/año	61.411,5 kWh/año
Consumo real final	61.411,5 kWh/año	13.066,28 kWh/año	0 kWh/año

Gasto anual gasoil:

Precio/kg: 0,939 €/kg

Poder calorífico neto: 11,7 kWh/kg

Cantidad de gasoil necesario:  $61.411,5 / 11,7 = 5248,846$  kg

Gasto anual:  $5248,846 \times 0,939 = 4.928,67$  €



Gasto anual de la instalación de geotermia:

€/kWh (electricidad): 0,04875812 €/kWh

Gasto anual:  $13.066,28 \times 0,04875812 = 637,09$  €

Gasto anual de la instalación de biomasa:

Precio/kg de pellet: 0,180 €/kg

Poder calorífico neto: 4,9 kWh/kg

Cantidad de pellets necesarios:  $61.411,5 / 4,9 = 12.532,96$  kg

Gasto anual:  $12.532,96 \times 0,180 = 2.255,93$  €

Inversión inicial de la instalación de gasoil:

0 €

Inversión inicial de la instalación de geotermia:

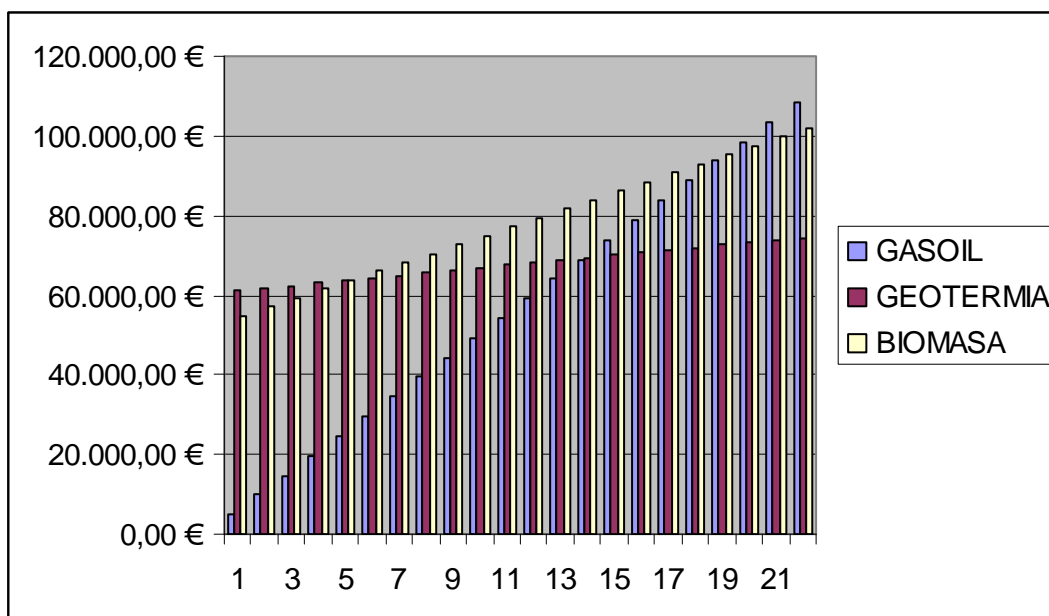
60.530,95 €

Inversión inicial de la instalación de biomasa:

52.493,01 €

	gasoil	geotermia	biomasa
Inversión inicial	0 €	60.530,95 €	52.493,01 €
AÑO 1	4.928,67 €	61.168,04 €	54.748,94 €
AÑO 2	9.857,34 €	61.805,13 €	57.004,87 €
AÑO 3	14.786,01 €	62.442,22 €	59.260,80 €
AÑO 4	19.714,68 €	63.079,31 €	61.516,73 €
AÑO 5	24.643,35 €	63.716,40 €	63.772,66 €
AÑO 6	29.572,02 €	64.353,49 €	66.028,59 €
AÑO 7	34.500,69 €	64.990,58 €	68.284,52 €
AÑO 8	39.429,36 €	65.627,67 €	70.540,45 €
AÑO 9	44.358,03 €	66.264,76 €	72.796,38 €
AÑO 10	49.286,70 €	66.901,85 €	75.052,31 €
AÑO 11	54.215,37 €	67.538,94 €	77.308,24 €
AÑO 12	59.144,04 €	68.176,03 €	79.564,17 €
AÑO 13	64.072,71 €	68.813,12 €	81.820,10 €

AÑO 14	69.001,38 €	69.450,21 €	84.076,03 €
AÑO 15	73.930,05 €	70.087,30 €	86.331,96 €
AÑO 16	78.858,72 €	70.724,39 €	88.587,89 €
AÑO 17	83.787,39 €	71.361,48 €	90.843,82 €
AÑO 18	88.716,06 €	71.998,57 €	93.099,75 €
AÑO 19	93.644,73 €	72.635,66 €	95.355,68 €
AÑO 20	98.573,40 €	73.272,75 €	97.611,61 €
AÑO 21	103.502,07 €	73.909,84 €	99.867,54 €
AÑO 22	108.430,74 €	74.546,93 €	102.123,47 €



Vemos con la instalación de geotermia empezamos a rentabilizarla a partir del año 15. En la gráfica vemos como en el caso geotérmico la inversión inicial es bastante fuerte, pero los gastos anuales son bastante inferiores comparándolos con la biomasa o el gasoil.

La instalación de biomasa se rentabiliza a partir del año 20. La inversión inicial es ligeramente menor que la de geotermia, pero los gastos anuales son mayores.

## 1.15.CONCLUSIONES

Después de recoger toda la información, vamos a ir comparando las dos instalaciones.

Ecológicamente al comparar ambas instalaciones vemos que son respetuosas con el medio ambiente. Los sistemas de biomasa tienen un balance neutro de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que los gases emitidos han sido anteriormente consumidos por las plantas de las que se han obtenido los pellets. Además los pellets son reciclados de los residuos de la industria maderera, por lo que es un doble beneficio.

La instalación geotérmica no tiene emisiones de gases en el lugar de la vivienda, pero tiene un consumo de electricidad, el cual sí que realiza emisiones de gases. La instalación es bastante invasiva, ya que o bien son grandes perforaciones o una gran excavación. Aun así este sistema es altamente respetuoso con el medio ambiente.

Un sistema de comparar ambas instalaciones ha sido con la certificación energética, donde se miden en las emisiones de CO<sub>2</sub> en su globalidad. Por este motivo la instalación de biomasa obtiene una calificación A con 0,3 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y la instalación de geotermia una calificación B con 18 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> ya que la fuente de energía de la geotermia es la electricidad.

Desde el punto de vista del servicio de la bomba o la caldera, el sistema de geotermia tiene la capacidad de climatizar la vivienda sin necesidad de añadir ningún complemento a la instalación, cosa que la instalación de biomasa no puede.

Desde el punto de vista del almacenaje con la instalación de geotermia no necesitas almacenar ningún tipo de combustible, ni depender de un suministro de él, por lo que hace de los usuarios de la vivienda un poco más independientes. Mientras que para la instalación de biomasa necesitas un silo donde almacenar los pellets y un sistema de alimentación para la caldera.

A nivel de mantenimiento ambas instalaciones son similares. Pero mientras que para la instalación de geotermia el mantenimiento decenal esta rondando los 4000 €, para la instalación de biomasa sería de unos 6000 €.

Para terminar hemos visto como, económicamente, la inversión inicial de la biomasa es ligeramente menor que la geotérmica, unos 8000 € menor. Sin embargo, el gasto anual de la instalación geotérmica es notablemente menor que la de biomasa y mucho menor que

el sistema tradicional actual de gasoil. Hemos visto como la instalación geotérmica se rentabiliza a los quince años, mientras que la de biomasa lo hace a los veinte.

Por todo lo anteriormente expuesto, creemos que si es posible realizar la inversión inicial para la instalación geotérmica, y aunque la certificación energética es peor, debería ser el sistema elegido. Creemos que las ventajas de servicio de la instalación geotérmica, ya que climatiza en vez de solo calefactar, y las económicas a medio y largo plazo, pesan más que la desventaja obtenida en la calificación energética.

Pamplona, Abril de 2013, el Ingeniero Técnico Industrial:

Fdo.: Xabier De Viguri Apesteguía



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

### DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013

## ÍNDICE

DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA .....	3
RESULTADOS DE LAS TRANSMITANCIAS DE LA VIVIENDA ORIGINAL.....	4
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA VIVIENDA REHABILITADA .....	6
SISTEMA ENVOLVENTE.....	6
SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN .....	21
MATERIALES .....	29
DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA .....	31
LISTADO COMPLETO DE CARGAS TÉRMICAS .....	31
PARÁMETROS GENERALES .....	31
RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS .....	33
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS .....	57
RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.....	63
DEMANDA DE A.C.S.....	64
OBTENCIÓN DE DATOS PREVIOS .....	64
CUADRO PARA LOS CÁLCULOS DE P .....	65
DIMENSIONAMIENTO DE LA CALDERA .....	68
INSTALACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA .....	69
SISTEMA DE ACUMULACIÓN .....	69
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.....	70
BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA.....	70
CÁLCULOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN GEOTÉRMICO .....	70
CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA .....	72
CALDERA DE BIOMASA.....	72
CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN .....	72
SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS.....	72
SISTEMAS DE SUELO RADIANTE .....	73
NORMA UNE-EN 1264 UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN .....	82
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA .....	85
INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	85
INSTALACIÓN GEOTÉRMICA .....	86

## 2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Para nuestro caso la localidad es Soria, que es la capital de la provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	996	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla.1. zonas climáticas (DB-HE1, apéndice D)

Viendo la tabla vemos que Soria se encuentra en la zona climática E1, como ya habíamos dicho en documento de la memoria.

## 2.2. RESULTADOS DE LAS TRANSMITANCIAS DE LA VIVIENDA ORIGINAL

Con el software de calificación energética CES80 vamos a calcular las transmitancias de los cerramientos, particiones interiores, huecos y puentes térmicos de la vivienda original. Esto lo hacemos para saber si cumple con las exigencias del C.T.E.

### CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES

Descripción	Tipo de cerramiento	Superficie (m²)	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Orientación
Suelo	Suelo en contacto con el terreno (profundidad $\leq$ 0.5m)	145.07	0.72	229.48	
norte	Muro de fachada	72.04	0.63	785.4	Norte
Este1	Muro de fachada	33.04	0.63	787.9	Este
Este2	Muro de fachada	33.805	0.63	785.4	Este
oeste1	Muro de fachada	33.04	0.53	838.2	Oeste
oeste saliente	Muro de fachada	33.04	0.67	20.4	Oeste
oeste saliente	Muro de fachada	10.84	0.93	72.05	Oeste
sur1	Muro de fachada	48.28	0.62	815.9	Sur
sur2	Muro de fachada	48.28	0.63	785.4	Sur
sur3	Muro de fachada	9.12	0.63	785.4	Sur
sur saliente	Muro de fachada	8.87	0.67	20.4	Sur
norte saliente	Muro de fachada	8.87	0.67	20.4	Norte
suelo saliente	Suelo en contacto con el aire exterior	10.08	0.65	15.52	
cubierta saliente	Cubierta en contacto con el aire exterior	28	0.41	12.75	Techo
cubierta saliente	Cubierta en contacto con el aire exterior	97.3	0.41	52.75	Techo
interiores1	Forjado	174.35	*	32.02	
interiores2	Forjado	87.83	*	32.02	

### HUECOS

Descripción	Superficie (m²)	U vidrio (W/m²K)	Factor solar	Orientación	U marco (W/m²K)	% marco
H. este1	2.2	2.1	0.85	Este	4.3315	40
P. este1	3.3	2.1	0.85	Este	4.3315	100
H. este2	8.25	2.1	0.85	Este	4.3315	75
H. oeste1	8.75	2.1	0.85	Oeste	4.3315	20
H. oeste1bis	1.1	2.1	0.85	Oeste	4.3315	40
H. oeste2	14.9	2.1	0.85	Oeste	4.3315	30



H. norte	2.2	2.1	0.85	Norte	4.3315	40
H. sur	2.4	2.1	0.85	Sur	4.3315	35
H. sur3	11.4	2.1	0.85	Sur	4.3315	30
cubierta oeste	0.315	2.1	0.85	Oeste	4.3315	0
cubierta este	0.945	2.1	0.85	Este	4.3315	0
P. sur	2.4	2.1	0.85	Sur	4.3315	100

### PUENTES TÉRMICOS

Descripción	Tipo	$\varphi$ (W/mK)	Longitud (m)
forjado-fachada sur	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	7.81
forjado-fachada este	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	11.35
forjado-fachada norte	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	7.81
forjado-fachada oeste	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	11.35
forjado-fachada sur2	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	8.015
forjado-fachada este2	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	11.35
forjado-fachada norte2	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	8.015
forjado-fachada oeste2	Encuentro Forjado - Fachada	0.6	11.35
cubierta-fachada sur	Encuentro Cubierta - Fachada	0.45	8.015
cubierta-fachada este	Encuentro Cubierta - Fachada	0.45	11.35
cubierta-fachada norte	Encuentro Cubierta - Fachada	0.45	8.015
cubierta-fachada oeste	Encuentro Cubierta - Fachada	0.45	11.35
suelo exterior-fachada	Encuentro Suelo Exterior - Fachada	0.45	11.35
huecos este	Hueco Ventana	0.4	36.87
huecos oeste	Hueco Ventana	0.4	47
huecos sur	Hueco Ventana	0.4	23.9
huecos norte	Hueco Ventana	0.4	8.4
lucernarios	Hueco Lucernario	0.4	9.2

Como hemos visto en la documentación justificativas DB-HE1: Limitación de la demanda energética del C.T.E., expuesto en el documento de la memoria de este proyecto, la vivienda no cumple con las exigencias.

Aunque no la rehabilitación no sería obligatoria ya que es una vivienda de menos de 1000 m<sup>2</sup>. en este proyecto se ve adecuado hacerla para que así el unifamiliar sea más eficiente.

## 2.3. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA VIVIENDA REHABILITADA

### 2.3.1. SISTEMA ENVOLVENTE

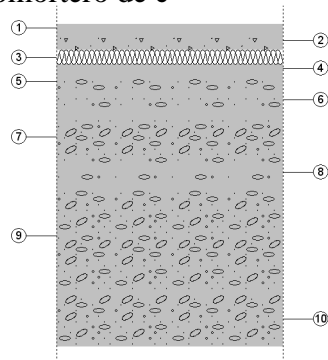
#### 2.3.1.1. Suelos en contacto con el terreno

##### 2.3.1.1.1. Soleras

#### suelo - entablillado

Superficie total 44.80 m<sup>2</sup>

Mortero de c



Listado de capas:

1 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	2 cm
2 -	Recubrimiento del suelo radiante	5 cm
3 -	Suelo radiante	4 cm
4 -	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2 cm
5 -	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	5 cm
6 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	5 cm
7 -	Hormigón armado d > 2500	15 cm
8 -	Polietileno alta densidad [HDPE]	4 cm
9 -	Arena y grava [1700 < d < 2200]	30 cm
10 -	Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	15 cm
Espesor total:		87 cm

Limitación de demanda energética

 $U_s: 0.22 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (Para una solera apoyada, con longitud característica  $B' = 4.7 \text{ m}$ )Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 0.5 m y resistencia térmica:  $1.7 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )Detalle de cálculo ( $U_s$ )Superficie del forjado, A: 96.05 m<sup>2</sup>

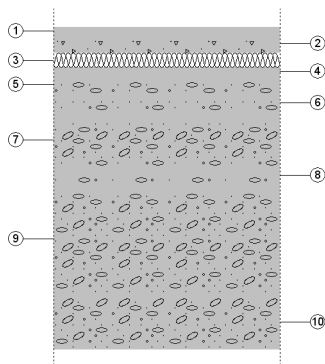
Perímetro del forjado, P: 41.11 m

Resistencia térmica del forjado,  $R_f: 3.57 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ Resistencia térmica del aislamiento perimetral,  $R_f: 1.70 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ Espesor del aislamiento perimetral,  $d_n: 5.00 \text{ cm}$ 

Tipo de terreno: Arenas y gravas

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1378.40 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 1146.95 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr}): 74.2(-1; -7) \text{ dB}$ Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}: 56.9 \text{ dB}$

**suelo - cerámico**Superficie total 39.22 m<sup>2</sup>**Listado de capas:**

1 -	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2 cm
2 -	Recubrimiento del suelo radiante	5 cm
3 -	Suelo radiante	4 cm
4 -	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2 cm
5 -	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	5 cm
6 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	5 cm
7 -	Hormigón armado d > 2500	15 cm
8 -	Polietileno alta densidad [HDPE]	4 cm
9 -	Arena y grava [1700 < d < 2200]	30 cm
10 -	Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	15 cm

Espesor total: 87 cm

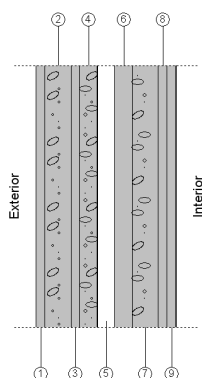
**Limitación de demanda energética** $U_s: 0.22 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (Para una solera apoyada, con longitud característica  $B' = 4.7 \text{ m}$ )Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 0.5 m y resistencia térmica:  $1.7 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )**Detalle de cálculo ( $U_s$ )**Superficie del forjado, A:  $96.05 \text{ m}^2$ Perímetro del forjado, P:  $41.11 \text{ m}$ Resistencia térmica del forjado,  $R_f$ :  $3.43 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ Resistencia térmica del aislamiento perimetral,  $R_f$ :  $1.70 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}$ Espesor del aislamiento perimetral, dn:  $5.00 \text{ cm}$ 

Tipo de terreno: Arenas y gravas

**Protección frente al ruido**Masa superficial:  $1422.80 \text{ kg}/\text{m}^2$ Masa superficial del elemento base:  $1146.95 \text{ kg}/\text{m}^2$ Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ :  $74.2(-1; -7) \text{ dB}$ Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ :  $56.9 \text{ dB}$

## 2.3.1.2.Fachadas

## 2.3.1.2.1. Parte ciega de las fachadas

**Oeste planta baja**Superficie total 23.72 m<sup>2</sup>

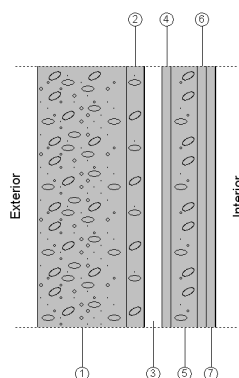
## Listado de capas:

- |                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 | 2 cm |
| 2 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]                                          | 6 cm |
| 3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 | 2 cm |
| 4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]                                                    | 4 cm |
| 5 - Cámara de aire muy ventilada                                                     | 4 cm |
| 6 - Panel de vidrio celular [CG]                                                     | 4 cm |
| 7 - Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm                               | 6 cm |
| 8 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 | 2 cm |
| 9 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900                                           | 2 cm |

Espesor total: 32 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

$U_m$ : 0.59 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)  
Masa superficial: 208.20 kg/m<sup>2</sup>  
Masa superficial del elemento base: 84.80 kg/m<sup>2</sup>  
Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 38.0(-1; -1) dB

**Norte planta baja**Superficie total 28.06 m<sup>2</sup>

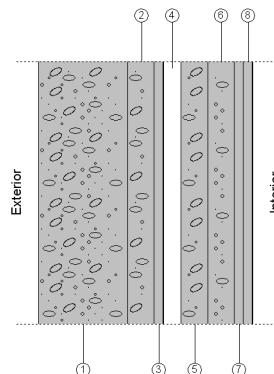
## Listado de capas:

- |                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| 1 - Arenisca [2200 < d < 2600]              | 20 cm |
| 2 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]           | 4 cm  |
| 3 - Cámara de aire muy ventilada            | 4 cm  |
| 4 - Panel de vidrio celular [CG]            | 2 cm  |
| 5 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 6 cm  |
| 6 - Mortero de yeso                         | 2 cm  |
| 7 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900  | 2 cm  |

Espesor total: 40 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

$U_m$ : 0.95 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)  
Masa superficial: 586.40 kg/m<sup>2</sup>  
Masa superficial del elemento base: 102.30 kg/m<sup>2</sup>  
Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 39.4(-1; -2) dB

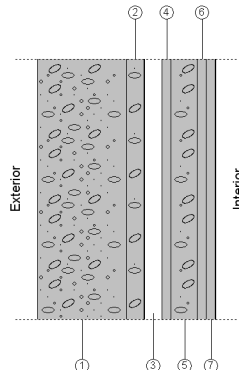
**Este planta baja**Superficie total 7.39 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	6 cm
3 -	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2 cm
4 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
5 -	Panel de vidrio celular [CG]	6 cm
6 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
7 -	Mortero de yeso	2 cm
8 -	Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm

Espesor total: 48 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m: 0.52 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ Masa superficial: 646.20 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 125.80 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 40.9(-1; -3) dB**Norte 1ª planta**Superficie total 21.88 m<sup>2</sup>

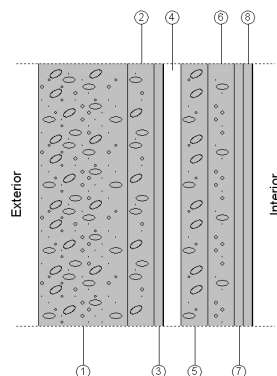
## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4 cm
3 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
4 -	Panel de vidrio celular [CG]	2 cm
5 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
6 -	Mortero de yeso	2 cm
7 -	Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm

Espesor total: 40 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m: 1.02 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ Masa superficial: 609.90 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 125.80 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 40.9(-1; -3) dB

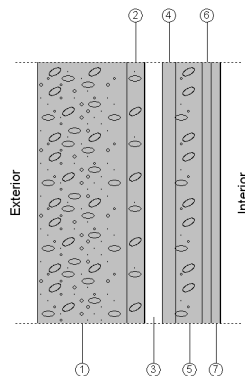
**Este 1**Superficie total 19.14 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	6 cm
3 -	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2 cm
4 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
5 -	Panel de vidrio celular [CG]	6 cm
6 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
7 -	Mortero de yeso	2 cm
8 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 48 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.51 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 622.70 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 102.30 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 39.4(-1; -2) dB**Sur planta baja**Superficie total 41.71 m<sup>2</sup>

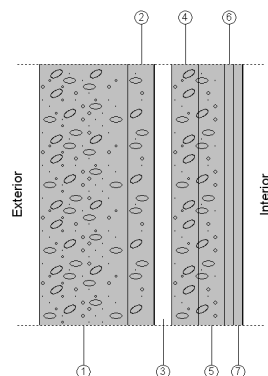
## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4 cm
3 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
4 -	Panel de vidrio celular [CG]	3 cm
5 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
6 -	Mortero de yeso	2 cm
7 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 41 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.78 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 587.65 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 102.30 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 39.4(-1; -2) dB

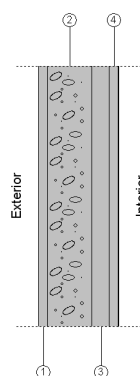
**Este 1ª planta**Superficie total 24.06 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	6 cm
3 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
4 -	Panel de vidrio celular [CG]	6 cm
5 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
6 -	Mortero de yeso	2 cm
7 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 46 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.51 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 592.20 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 102.30 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 39.4(-1; -2) dB**Oeste 1ª planta**Superficie total 25.66 m<sup>2</sup>

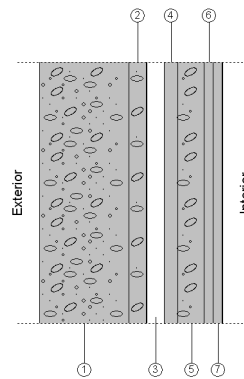
## Listado de capas:

1 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	2 cm
2 -	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	10 cm
3 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	4 cm
4 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 18 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.26 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 48.30 kg/m<sup>2</sup>

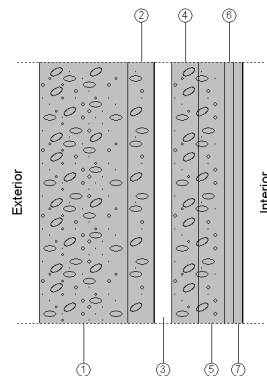
**Sur 1ª planta**Superficie total 10.64 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4 cm
3 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
4 -	Panel de vidrio celular [CG]	3 cm
5 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
6 -	Mortero de yeso	2 cm
7 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	2 cm

Espesor total: 41 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.74 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 580.75 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 95.40 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 38.9(-1; -2) dB**Este 2**Superficie total 17.54 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

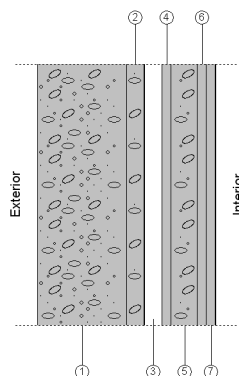
1 -	Arenisca [2200 < d < 2600]	20 cm
2 -	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	6 cm
3 -	Cámara de aire muy ventilada	4 cm
4 -	Panel de vidrio celular [CG]	6 cm
5 -	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6 cm
6 -	Mortero de yeso	2 cm
7 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	2 cm

Espesor total: 46 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.49 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 585.30 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 95.40 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 38.9(-1; -2) dB



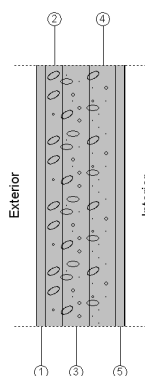
**Norte 1ª planta**Superficie total 17.79 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

- |     |                                         |       |
|-----|-----------------------------------------|-------|
| 1 - | Arenisca [2200 < d < 2600]              | 20 cm |
| 2 - | MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]           | 4 cm  |
| 3 - | Cámara de aire muy ventilada            | 4 cm  |
| 4 - | Panel de vidrio celular [CG]            | 2 cm  |
| 5 - | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 6 cm  |
| 6 - | Mortero de yeso                         | 2 cm  |
| 7 - | Conífera de peso medio 435 < d < 520    | 2 cm  |

Espesor total: 40 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.90 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 579.50 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 95.40 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 38.9(-1; -2) dB**Oeste bajocubierta**Superficie total 17.51 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

- |     |                                                                                  |      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 - | Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 | 2 cm |
| 2 - | Panel de vidrio celular [CG]                                                     | 4 cm |
| 3 - | EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]                                        | 6 cm |
| 4 - | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]                                          | 6 cm |
| 5 - | Conífera de peso medio 435 < d < 520                                             | 2 cm |

Espesor total: 20 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

 $U_m$ : 0.30 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)Masa superficial: 102.70 kg/m<sup>2</sup>

## 2.3.1.3.Huecos en fachada

**Puerta trasera**

Dimensiones	Ancho x Alto: <b>80 x 203 cm</b>	nº uds: <b>1</b>
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)	

**Puerta principal**

Dimensiones	Ancho x Alto: <b>160 x 203 cm</b>	nº uds: <b>1</b>
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)	

**norte - ventana**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase
1	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>100 x 110 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	U	1.25	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.26	
	$F_H$	0.17	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB

Dimensiones: <b>100 x 110 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>2</b>
Transmisión térmica	U	1.25	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.26	
	$F_H$	0.21	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB

**Notas:***U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))**F: Factor solar del hueco* *$F_H$ : Factor solar modificado* *$R_w$  (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)***Este planta baja - ventana**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase
1	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>110 x 100 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>2</b>
Transmisión térmica	U	1.24	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.26	
	$F_H$	0.26	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB

**Notas:***U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))**F: Factor solar del hueco* *$F_H$ : Factor solar modificado* *$R_w$  (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)*

**Sur planta baja - ventana**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>60 x 240 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>2</b>
Transmisión térmica	U	1.23	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.27	
	$F_H$	0.22	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))</i> <i>F: Factor solar del hueco</i> <i>F<sub>H</sub>: Factor solar modificado</i> <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

**mirador bajo**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>350 x 240 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	U	1.10	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.37	
	$F_H$	0.37	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	27 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))</i> <i>F: Factor solar del hueco</i> <i>F<sub>H</sub>: Factor solar modificado</i> <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

**este2 - cristal**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>110 x 240 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>3</b>
Transmisión térmica	U	1.42	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.13	
	F <sub>H</sub>	0.13	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))</i> <i>F: Factor solar del hueco</i> <i>F<sub>H</sub>: Factor solar modificado</i> <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

Mirador 1ª planta-a	
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U <sub>v</sub> : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U <sub>c</sub> : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1 Absortividad, α <sub>s</sub> : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>110 x 100 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	U	1.16	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.32	
	F <sub>H</sub>	0.26	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))</i> <i>F: Factor solar del hueco</i> <i>F<sub>H</sub>: Factor solar modificado</i> <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

Mirador 1ª planta-b	
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U <sub>v</sub> : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U <sub>c</sub> : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1 Absortividad, α <sub>s</sub> : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>110 x 200 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>4</b>
Transmisión térmica	U	1.15	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.33	
	F <sub>H</sub>	0.33	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))</i> <i>F: Factor solar del hueco</i> <i>F<sub>H</sub>: Factor solar modificado</i> <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

**Mirador 1ª planta-c**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>130 x 100 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>3</b>
Transmisión térmica	U	1.19	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.30	
	$F_H$	0.25	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U</i> : Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)) <i>F</i> : Factor solar del hueco <i>F<sub>H</sub></i> : Factor solar modificado <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>)</i> : Valores de aislamiento acústico (dB)			

**Mirador 1ª planta-d**

Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>105 x 100 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	U	1.17	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.32	
	$F_H$	0.26	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	30 (-1;-2)	dB
Notas: <i>U</i> : Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)) <i>F</i> : Factor solar del hueco <i>F<sub>H</sub></i> : Factor solar modificado <i>R<sub>w</sub> (C;C<sub>tr</sub>)</i> : Valores de aislamiento acústico (dB)			

**mirador sur**

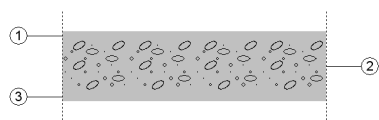
Características del vidrio	Transmitancia térmica, $U_v$ : 1.03 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Factor solar, F: 0.42
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, $U_c$ : 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
	Tipo de apertura: Fija
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1
	Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Dimensiones: <b>550 x 130 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	U	1.12	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.35	
	$F_H$	0.35	
Caracterización acústica	$R_w$ (C; $C_{tr}$ )	27 (-1; -2)	dB

Notas:  
*U*: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))  
*F*: Factor solar del hueco  
*F<sub>H</sub>*: Factor solar modificado  
*R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>)*: Valores de aislamiento acústico (dB)

## 2.3.1.4. Cubiertas

## 2.3.1.4.1. Parte maciza de los tejados

**cubierta saliente**Superficie total 23.71 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Aluminio	2 cm
2 -	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	12 cm
3 -	Aluminio	2 cm
Espesor total:		16 cm

Limitación de demanda energética	$U_c$ refrigeración: 0.25 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) $U_c$ calefacción: 0.26 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Protección frente al ruido	Masa superficial: 111.60 kg/m <sup>2</sup> Masa superficial del elemento base: 54.00 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica, $R_w$ (C; $C_{tr}$ ): 34.8(-1; -1) dB

**tejado**Superficie total 84.09 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Teja de arcilla cocida	2 cm
2 -	Aluminio	2 cm
3 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	12 cm
4 -	Aluminio	2 cm
5 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
6 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	1.4 cm
7 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
8 -	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	1.9 cm
9 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
Espesor total:		29.3 cm

Limitación de demanda energética

U<sub>c</sub> refrigeración: 0.18 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)U<sub>c</sub> calefacción: 0.18 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 200.12 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 94.00 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 38.8(-1; -2) dB**2.3.1.4.2. Huecos en cubierta****lucernarios**

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U<sub>v</sub>: 1.03 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Factor solar, F: 0.42

Aislamiento acústico, R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): 27 (-1;-1) dBSuperficie: **0.30 m<sup>2</sup>**nº uds: **4**

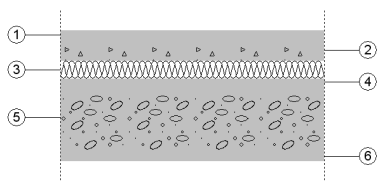
Transmisión térmica	U	1.03	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.42	
	F <sub>H</sub>	0.42	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	27 (-1;-1)	dB

**Notas:**U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))

F: Factor solar del hueco

F<sub>H</sub>: Factor solar modificadoR<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

## 2.3.1.5.Suelos en contacto con el exterior

**forjado saliente - entablillado**Superficie total 17.15 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

- |     |                                                              |        |
|-----|--------------------------------------------------------------|--------|
| 1 - | Conífera de peso medio 435 < d < 520                         | 2 cm   |
| 2 - |                                                              | 5 cm   |
| 3 - |                                                              | 4 cm   |
| 4 - | Conífera de peso medio 435 < d < 520                         | 1.4 cm |
| 5 - | EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]                   | 15 cm  |
| 6 - | Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450 | 2.5 cm |

Espesor total: 29.9 cm

Limitación de demanda energética

U<sub>c</sub> refrigeración: 0.15 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)U<sub>c</sub> calefacción: 0.15 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 127.02 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 95.00 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 38.8(-1; -2) dBNivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L<sub>n,w</sub>: 94.8 dB



### 2.3.2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

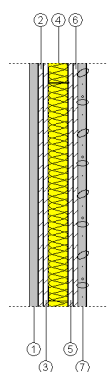
#### 2.3.2.1. Compartimentación interior vertical

##### 2.3.2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

#### A.4. Tabique PYL 98/600(48) LM

Superficie total 81.92 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado de una estructura metálica de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 98 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



#### Listado de capas:

- |                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| 1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900     | 2 cm    |
| 2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.25 cm |
| 3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.25 cm |
| 4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]             | 4.8 cm  |
| 5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.25 cm |
| 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 1.25 cm |
| 7 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900     | 2 cm    |

Espesor total: 13.8 cm

Limitación de demanda energética

U<sub>m</sub>: 0.40 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 76.17 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica por ensayo, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 54.0(-3; -8) dB

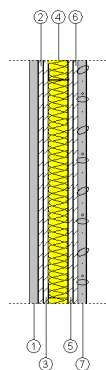
Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

**A.4. Tabique PYL 98/600(48) LM**Superficie total 21.44 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado de una estructura metálica de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 98 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



## Listado de capas:

1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
7 - Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm
Espesor total:	13.8 cm

Limitación de demanda energética

 $U_m$ : 0.41 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 99.67 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 54.0(-3; -8) dB

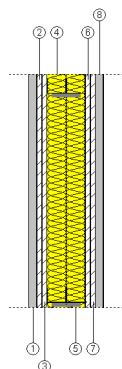
Referencia del ensayo: CTA-087/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

**B.1.1.2. Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM**Superficie total 10.89 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, arriostrada, separada entre sí, y a base cada una de ellas de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 146 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



## Listado de capas:

1 -	Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm
2 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 -	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 -	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
6 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
7 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
8 -	Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm
Espesor total:		18.6 cm

Limitación de demanda energética

 $U_m$ : 0.24 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 125.09 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 57.0(-2; -6) dB

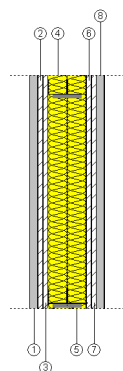
Referencia del ensayo: CTA-118/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

**B.1.1.2. Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM**Superficie total 12.47 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, arriostrada, separada entre sí, y a base cada una de ellas de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 146 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



## Listado de capas:

1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
8 - Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm
Espesor total:	18.6 cm

Limitación de demanda energética

 $U_m$ : 0.24 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 101.59 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 57.0(-2; -6) dB

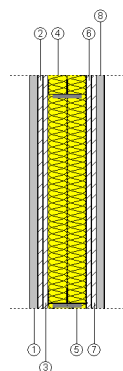
Referencia del ensayo: CTA-118/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

**B.1.1.2. Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM**Superficie total 7.78 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, arriostrada, separada entre sí, y a base cada una de ellas de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 146 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



## Listado de capas:

1 -	Plaqueta o baldosa cerámica	2 cm
2 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 -	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 -	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
6 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
7 -	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
8 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 18.6 cm

Limitación de demanda energética  
Protección frente al ruido

$U_m$ : 0.24 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Masa superficial: 101.59 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 57.0(-2; -6) dB

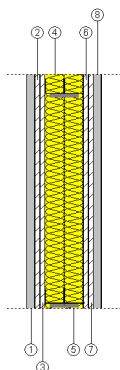
Referencia del ensayo: CTA-118/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

**B.1.1.2. Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM**Superficie total 18.50 m<sup>2</sup>

Formado por dos placas de yeso laminado de 12.5 mm de espesor y de tipo variable, a cada lado externo de una doble estructura metálica de 48 mm de ancho, arriostrada, separada entre sí, y a base cada una de ellas de montantes (elementos verticales), separados a ejes 600 mm y canales (elementos horizontales), dando un ancho total de tabique terminado de 146 mm. Alma con lana mineral de 48 mm de espesor. Montaje según UNE 102.040 IN.



## Listado de capas:

1 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
8 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 18.6 cm

Limitación de demanda energética

 $U_m: 0.23 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 

Protección frente al ruido

Masa superficial: 78.09 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 57.0(-2; -6) dB

Referencia del ensayo: CTA-118/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

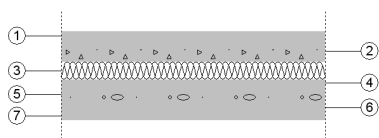
**2.3.2.1.2. Huecos verticales interiores****trasera**

Dimensiones	Ancho x Alto: <b>80 x 203 cm</b>	nº uds: <b>9</b>
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C) Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)	

**puerta principal**

Dimensiones	Ancho x Alto: <b>160 x 203 cm</b>	nº uds: <b>1</b>
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.54 kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C) Absortividad, $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)	

## 2.3.2.2. Compartimentación interior horizontal

**forjado interiores - entablillado**Superficie total 158.98 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

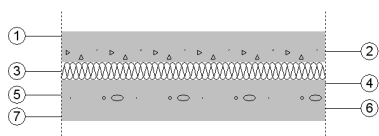
1 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	2 cm
2 -	Recubrimiento del suelo radiante	5 cm
3 -	Suelo radiante	4 cm
4 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	1.4 cm
5 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
6 -	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	1.9 cm
7 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 20.3 cm

Limitación de demanda energética

 $U_c$  refrigeración: 0.30 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C) $U_c$  calefacción: 0.29 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 137.82 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 95.00 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 38.8(-1; -2) dBNivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 94.8 dB**forjado interiores - cerámico**Superficie total 5.71 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:

1 -	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2 cm
2 -	Recubrimiento del suelo radiante	5 cm
3 -	Suelo radiante	4 cm
4 -	Conífera de peso medio 435 < d < 520	1.4 cm
5 -	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
6 -	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	1.9 cm
7 -	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm

Espesor total: 20.3 cm

Limitación de demanda energética

 $U_c$  refrigeración: 0.32 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C) $U_c$  calefacción: 0.30 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 182.22 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 149.00 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 42.1(-1; -4) dBNivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 87.9 dB

**forjado interiores**Superficie total 5.69 m<sup>2</sup>

## Listado de capas:



- |     |                                                              |        |
|-----|--------------------------------------------------------------|--------|
| 1 - | Conífera de peso medio 435 < d < 520                         | 1.4 cm |
| 2 - | EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]                    | 4 cm   |
| 3 - | Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450 | 1.9 cm |
| 4 - | Placa de yeso o escayola 750 < d < 900                       | 2 cm   |

Espesor total:	9.3 cm
----------------	--------

Limitación de demanda energética

 $U_c$  refrigeración: 0.54 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C) $U_c$  calefacción: 0.50 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 32.02 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 31.0(-1; -1) dBNivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 111.3 dB



## 2.3.3. MATERIALES

Capas						
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp	$\mu$
Aluminio	2	2700	197.764	0.0001	210.184	1000000
Arena y grava [1700 < d < 2200]	30	1450	1.72	0.1744	250.788	50
Arenisca [2200 < d < 2600]	20	2400	2.58	0.0775	238.846	50
Conífera de peso medio 435 < d < 520	1.4	480	0.129	0.1085	382.153	20
Conífera de peso medio 435 < d < 520	2	480	0.129	0.155	382.153	20
Conífera de peso medio 435 < d < 520	4	480	0.129	0.3101	382.153	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4	30	0.032	1.2403	238.846	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	5	30	0.032	1.5504	238.846	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	6	30	0.032	1.8605	238.846	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	10	30	0.032	3.1008	238.846	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	12	30	0.032	3.7209	238.846	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	15	30	0.032	4.6512	238.846	20
Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2	2700	2.236	0.0089	238.846	30
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2	2395	1.978	0.0101	238.846	30
Hormigón armado d > 2500	15	2600	2.15	0.0698	238.846	80
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2	1525	0.688	0.0291	238.846	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	5	1525	0.688	0.0727	238.846	10
Mortero de yeso	2	1500	0.688	0.0291	238.846	6
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8	40	0.027	1.8005	238.846	1
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4	40	0.035	1.1484	238.846	1
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	6	40	0.035	1.7227	238.846	1
Panel de vidrio celular [CG]	2	125	0.043	0.4651	238.846	1000000
Panel de vidrio celular [CG]	3	125	0.043	0.6977	238.846	1000000
Panel de vidrio celular [CG]	4	125	0.043	0.9302	238.846	1000000
Panel de vidrio celular [CG]	6	125	0.043	1.3953	238.846	1000000
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	1.9	400	0.103	0.1841	406.038	5
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	2.5	400	0.103	0.2422	406.038	5
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25	825	0.215	0.0581	238.846	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2	825	0.215	0.093	238.846	4
Plaqueta o baldosa cerámica	2	2000	0.86	0.0233	191.077	30
Polietileno alta densidad [HDPE]	4	980	0.43	0.093	429.923	100000

Capas						
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp	$\mu$
Recubrimiento suelo radiante	5	1900	1.032	0.0484	238.846	10
Suelo radiante	4	30	0.032	1.2403	238.846	20
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	6	930	0.371	0.1615	238.846	10
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	6	630	0.182	0.3291	238.846	10
Teja de arcilla cocida	2	2000	0.86	0.0233	191.077	30
Tierra apisonada adobe bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	15	1885	0.946	0.1586	238.846	1
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)		RT	Resistencia térmica ( $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / kcal$ )		
$\rho$	Densidad ( $kg/m^3$ )		Cp	Calor específico ( $cal/kg \cdot ^\circ C$ )		
$\lambda$	Conductividad térmica ( $kcal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$ )		$\mu$	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ( )		

## **2.4. DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA**

Con los datos expuestos en el apartado anterior e introduciéndolos en el software CES80 obtenemos la documentación justificativa del DB-HE1: limitación de la demanda energética del C.T.E.

Estas fichas están en el documento de la memoria de este mismo proyecto. Y contienen:

- Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios.
- Ficha 2 : Conformidad de la demanda energética.
- Ficha 3 : Conformidad de las condensaciones.

En estas fichas se comprueba que tras al rehabilitación la vivienda cumple con las exigencias del DB-HE1 del C.T.E.

## **2.5. LISTADO COMPLETO DE CARGAS TÉRMICAS**

### **2.5.1. PARÁMETROS GENERALES**

Emplazamiento: Soria

Latitud (grados): 41.77 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 1063 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 32.14 °C

Temperatura húmeda verano: 20.40 °C

Oscilación media diaria: 15.8 °C

Oscilación media anual: 39.7 °C

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: -6.70 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Velocidad del viento: 4.4 m/s

Temperatura del terreno: 5.00 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

## 2.5.2. RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

## 2.5.2.1.Refrigeración

## Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
dormitorio 1 (Dormitorio)		PFC								
Condiciones de proyecto										
Internas				Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 30.8 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.1 °C						
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	O	6.5	0.59	208	Claro	28.0				
Fachada	N	7.4	0.95	586	Claro	28.3		15.52	30.49	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))					
1	O	1.1	1.25	0.29	84.4					
Cerramientos interiores										
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Forjado	5.9	0.29	138	25.1						
Total estructural									140.66	
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)							
Sentado o en reposo	2	30.05	29.05	30.05	58.09					
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	31.25	0.58								
Instalaciones y otras cargas									30.58	
Cargas interiores								30.05	103.20	
Cargas interiores totales									133.24	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	7.32	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.89								Cargas internas totales	30.05	251.17
Potencia térmica interna total									281.21	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
36.0								36.04	53.59	
Cargas de ventilación								36.04	53.59	
Potencia térmica de ventilación total									89.63	
Potencia térmica								66.09	304.76	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.1 m²			52.2 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			370.8 kcal/h		

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
cocina (Cocina)		PFC								
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 30.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 19.8 °C					
Cargas de refrigeración a las 20h (18 hora solar) del día 22 de Julio								C. LATENTE E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores									14.92 82.55	
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	E	6.7	0.52	646	Claro	28.2				
Fachada	N	15.6	1.02	610	Claro	29.2				
Ventanas exteriores									19.59 14.62	
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))					
1	E	1.1	1.24	0.30	17.8					
1	N	1.1	1.25	0.29	13.3					
Cerramientos interiores									4.04 0.94	
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Forjado	10.9	0.29	138	25.3						
Forjado	2.3	0.30	182	25.3						
Total estructural								136.66		
Ocupantes								62.10	62.82	
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)						
Sentado o de pie	1	62.10		62.82						
Iluminación									143.30	
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	243.63	0.59								
Instalaciones y otras cargas								46.63	186.50	
Cargas interiores								108.72	389.42	
Cargas interiores totales								498.14		
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	15.78	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.83								Cargas internas totales	108.72	541.86
Potencia térmica interna total								650.59		
Ventilación								90.20	64.76	
Caudal de ventilación total (m³/h)										
97.5										
Cargas de ventilación								90.20	64.76	
Potencia térmica de ventilación total								154.96		
Potencia térmica								198.93	606.62	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.5 m²			59.5 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			805.5 kcal/h		

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto			Conjunto de recintos					
portalón (Pasillo / Distribuidor)			PFC					
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 30.8 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 20.1 °C					
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m² °C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	S	2.3	0.59	208	Claro	28.0		
Fachada	E	5.9	0.51	623	Claro	27.1		
Fachada	O	6.2	0.59	208	Claro	28.0	5.52	9.32
								15.01
Puertas exteriores								
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m² °C))	Teq. (°C)			
1	Opaca	S	1.6	1.54	31.7			
1	Opaca	E	3.2	1.54	30.8	19.31	34.06	
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m² °C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Forjado	19.6	0.29	138	25.1	6.09			
Total estructural								89.31
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	102.92	0.53	54.77					
Cargas interiores								54.77
Cargas interiores totales								54.77
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	4.32
FACTOR CALOR SENSIBLE : 1.00			Cargas internas totales				0.00	148.41
Potencia térmica interna total								148.41
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
63.2							63.22	47.00
Cargas de ventilación							63.22	47.00
Potencia térmica de ventilación total								110.23
Potencia térmica							63.22	195.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 23.4 m²			11.1 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		258.6 kcal/h	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
salón (Salón / Comedor)		PFC						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 30.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.1 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 8 de Agosto							C. LATENTE E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								59.85 19.59 17.32
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	S	19.6	0.78	588	Claro	27.9		
Fachada	E	12.4	0.51	623	Claro	27.1		
Fachada	O	7.2	0.59	208	Claro	28.0		
Ventanas exteriores								20.57 20.03 1143.31
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))			
1	S	1.4	1.23	0.31	14.3			
1	E	1.1	1.24	0.30	18.2			
1	O	8.4	1.10	0.42	136.1			
Cerramientos interiores								10.44
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Forjado	33.6	0.29	138	25.1				
Total estructural								1291.10
Ocupantes							90.14	169.63
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)				
Sentado o en reposo	6	30.05		28.27				
Iluminación								434.40
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	753.98	0.58						
Instalaciones y otras cargas								162.33
Cargas interiores							90.14	758.22
Cargas interiores totales								848.37
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	61.48
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.96							Cargas internas totales	90.14
Potencia térmica interna total								2110.81
								2200.95
Ventilación								151.52
Caudal de ventilación total (m³/h)								
101.8								
Cargas de ventilación							101.90	151.52
Potencia térmica de ventilación total								253.42
Potencia térmica							192.04	2262.33
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 37.7 m²			65.1 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2454.4 kcal/h	



## Planta 1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
dormitorio 2 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 2						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 30.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 19.8 °C				
Cargas de refrigeración a las 20h (18 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENT E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								10.04 58.56
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	E	5.2	0.51	592	Claro	27.8		
Fachada	N	12.5	0.95	586	Claro	28.9		
Ventanas exteriores								31.7 2
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))			
1	E	2.6	1.42	0.15	12.0			
Cerramientos interiores								13.55 5.18 4.89 4.44 7.60
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	10.9	0.40	76	27.1				
Pared interior	7.8	0.24	102	26.8				
Forjado	10.9	0.30	138	25.5				
Forjado	12.0	0.29	138	25.3				
Hueco interior	1.6	1.54		27.0				
Total estructural							135.98	
Ocupantes								30.05 57.51
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)				
Sentado o en reposo	2	30.05		28.76				
Iluminación								32.97 51.74
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	52.87	0.62						
Instalaciones y otras cargas								
Cargas interiores							30.05	139.32
Cargas interiores totales								169.36
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	8.26
FACTOR CALOR SENSIBLE : <div>0.90</div>							Cargas internas totales	30.05 283.55
Potencia térmica interna total								313.60
Ventilación								33.32 47.85
Caudal de ventilación total (m³/h)								
36.0								
Cargas de ventilación							33.32	47.85
Potencia térmica de ventilación total								81.17
Potencia térmica							63.37	331.40
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 12.0 m²			32.9 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		394.8 kcal/h	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
dormitorio 3 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 3						
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 30.8 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 20.1 °C					
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	E	10.4	0.51	592	Claro	27.1		16.52
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))			
1	E	2.6	1.42	0.15	13.6			35.84
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	24.9	0.40	76	26.8				27.85
Forjado	9.3	0.30	138	25.2				3.40
Forjado	10.8	0.29	138	25.1				3.35
Hueco interior	1.6	1.54		27.4				8.52
Total estructural								95.48
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)				
Sentado o en reposo	2	30.05		29.05			30.05	58.09
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	47.55	0.58						27.39
Instalaciones y otras cargas								46.53
Cargas interiores						30.05	128.53	
Cargas interiores totales							158.58	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	6.72
FACTOR CALOR SENSIBLE :		0.88	Cargas internas totales				30.05	230.73
Potencia térmica interna total								260.78
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
36.0							36.04	53.59
Cargas de ventilación						36.04	53.59	
Potencia térmica de ventilación total							89.63	
Potencia térmica						66.09	284.32	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.8 m²			32.4 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :				350.4 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
dormitorio 4 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 4						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 30.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 19.8 °C				
Cargas de refrigeración a las 20h (18 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENT E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								39.25 13.37
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	S	11.1	0.78	588	Claro	28.5		
Fachada	E	6.9	0.51	592	Claro	27.8		
Ventanas exteriores								31.7 2
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))			
1	E	2.6	1.42	0.15	12.0			
Cerramientos interiores								23.54 5.39 4.77 7.60
Tipo	Superficie (m²)		U (kcal/(h·m²°C))		Peso (kg/m²)	Teq. (°C)		
Pared interior	19.0		0.40		76	27.1		
Forjado	12.1		0.30		138	25.5		
Forjado	12.9		0.29		138	25.3		
Hueco interior	1.6		1.54			27.0		
Total estructural								125.63
Ocupantes								57.51
Actividad	Nº personas		C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)			
Sentado o en reposo	2		30.05		28.76			
Iluminación								35.47
Tipo	Potencia (W)		Coef. iluminación					
Incandescente	56.89		0.62					
Instalaciones y otras cargas								55.68
Cargas interiores							30.05	145.76
Cargas interiores totales								175.80
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	8.14
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.90							Cargas internas totales	30.05 279.53
Potencia térmica interna total								309.58
Ventilación								47.85
Caudal de ventilación total (m³/h)								
36.0							33.32	
Cargas de ventilación							33.32	47.85
Potencia térmica de ventilación total								81.17
Potencia térmica							63.37	327.38
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 12.9 m²			30.2 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		390.7 kcal/h	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
dormitorio 5 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 5							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 25.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 18.6 °C					
Cargas de refrigeración a las 23h (21 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	7.6	0.78	588	Claro	28.7		28.11	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))				
1	S	1.4	1.23	0.31	5.5			7.89	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)		U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	9.5		0.40	76	26.9				
Pared interior	16.9		0.23	78	27.0				11.03
Forjado	10.5		0.30	138	26.1				11.87
Forjado	10.5		0.29	138	25.8				6.68
Hueco interior	1.6		1.54		24.8				5.55
							1.91		
Total estructural								73.05	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)		C.sen/per (kcal/h)					
Sentado o en reposo	2	30.05		55.19		60.09	110.37		
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)		Coef. iluminación						
Incandescente	46.24		0.46				21.30		
Instalaciones y otras cargas								22.63	
Cargas interiores							60.09	143.85	
Cargas interiores totales								203.94	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	6.51	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.79							Cargas internas totales	60.09	223.40
Potencia térmica interna total								283.50	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
36.0							37.83	12.04	
Cargas de ventilación							37.83	12.04	
Potencia térmica de ventilación total								49.87	
Potencia térmica							97.92	235.44	
			POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.5 m²		31.7 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 333.4 kcal/h		

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
distribuidor (Pasillo / Distribuidor)		Planta 1 - distribuidor					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 30.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 20.1 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio						C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie e (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)			
Pared interior	12.8	0.23	78	26.5			
Pared interior	29.2	0.40	76	26.8		7.32	
Forjado	17.5	0.30	138	25.2		32.61	
Forjado	18.5	0.29	138	25.1		6.40	
Hueco interior	9.7	1.54		27.4		5.73	
						51.09	
Total estructural							103.16
Iluminación							
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación					
Incandescente	81.77	0.58					47.11
Cargas interiores							47.11
Cargas interiores totales							47.11
Cargas debidas a la propia instalación					3.0 %		4.51
FACTOR CALOR SENSIBLE :		1.00	Cargas internas totales			0.00	154.77
Potencia térmica interna total							154.77
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
50.2						50.23	37.34
Cargas de ventilación						50.23	37.34
Potencia térmica de ventilación total							87.58
Potencia térmica						50.23	192.12
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		13.0 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		242.3 kcal/h	
18.6 m²							

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto			Conjunto de recintos							
mirador 1 (Pasillo / Distribuidor)			Planta 1 - mirador 1							
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 31.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 20.4 °C					
Cargas de refrigeración a las 18h (16 hora solar) del día 22 de Julio								C. LATENTE E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	S	1.2	0.78	588	Claro	27.1		2.91		
Fachada	N	6.6	0.95	586	Claro	27.5		21.91		
Fachada	N	2.2	0.26	48	Claro	29.2		2.93		
Fachada	O	16.3	0.26	48	Claro	33.8		41.30		
Fachada	S	6.2	0.26	48	Claro	35.4		18.27		
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))					
1	O	1.1	1.16	0.36	134.7			148.19		
4	O	8.8	1.15	0.37	142.0			1249.97		
3	O	3.9	1.19	0.35	121.6			474.41		
1	O	1.1	1.17	0.36	132.3			138.97		
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Tejado	23.7	0.25	112	Intermedio	29.5	33.13				
Cerramientos interiores										
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Pared interior	17.5	0.23	78	26.0			7.96			
Pared interior	12.1	0.40	76	26.3			11.21			
Forjado	9.7	0.30	138	24.9			2.80			
Forjado	15.3	0.15	127	25.0			2.28			
Forjado	4.7	0.29	138	24.9			1.22			
Hueco interior	1.6	1.54		27.8			9.43			
Total estructural								2166.89		
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	134.75	0.32			43.40					
Cargas interiores								43.40		
Cargas interiores totales								43.40		
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	66.31	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 1.00								Cargas internas totales	0.00	2276.60
Potencia térmica interna total								2276.60		
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
82.7								89.27	68.14	
Cargas de ventilación								89.27	68.14	
Potencia térmica de ventilación total								157.41		
Potencia térmica								89.27	2344.74	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 30.6 m²			79.5 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			2434.0 kcal/h		

## Planta 2

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto			Conjunto de recintos					
distribuidor (Pasillo / Distribuidor)			planos					
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 29.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 19.3 °C					
Cargas de refrigeración a las 15h (13 hora solar) del día 22 de Septiembre							C. LATENTE E (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	S	10.1	0.74	581	Claro	22.1		
Fachada	E	17.8	0.49	585	Claro	21.7		
Fachada	N	17.3	0.90	580	Claro	22.3		
Fachada	O	17.3	0.30	103	Claro	21.3		
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/(h·m²))			
1	S	7.1	1.12	0.40	130.7			
4	Horizontal	1.2	1.03	0.42	211.2			
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Tejado	84.1	0.18	200	Intermedio	22.6		-20.57	
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Forjado	64.7	0.30	138	24.3			6.72	
Total estructural								1096.12
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	355.41	0.23						
Cargas interiores								80.81
Cargas interiores totales								80.81
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	35.31
FACTOR CALOR SENSIBLE : 1.00							Cargas internas totales	0.00
								1212.23
Potencia térmica interna total								1212.23
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
218.1							172.49	118.52
Cargas de ventilación							172.49	118.52
Potencia térmica de ventilación total								291.01
Potencia térmica							172.49	1330.75
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 80.8 m²			18.6 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1503.2 kcal/h	

## 2.5.2.2.Calefacción

## Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto			Conjunto de recintos			
dormitorio 1 (Dormitorio)			PFC			
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						116.96 234.89
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	6.5	0.59	208	Claro	
Fachada	N	7.4	0.95	586	Claro	
Ventanas exteriores						41.83
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	O	1.1	1.25			
Forjados inferiores						24.80
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
suelo	7.1	0.22	1378			
Cerramientos interiores						24.88 2.87
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado	5.9	0.30	138			
Forjado	0.7	0.32	182			
Total estructural						446.22
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						22.31
Cargas internas totales						468.54
Ventilación						217.98 217.98
Caudal de ventilación total (m³/h)						
36.0						
Potencia térmica de ventilación total						217.98
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.1 m²			96.7 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 686.5 kcal/h	



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)				
Recinto		Conjunto de recintos		
baño 1 (Baño / Aseo)		PFC		
Condiciones de proyecto				
Internas		Externas		
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = -6.7 °C		
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %		
Cargas térmicas de calefacción				C. SENSIBLE (kcal/h)
Forjados inferiores				8.02
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	
suelo	2.3	0.22	1423	
Cerramientos interiores				8.91
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	
Forjado	2.0	0.32	182	
Total estructural				16.94
Cargas interiores totales				
Cargas debidas a la intermitencia de uso				5.0 %
				0.85
Cargas internas totales				17.78
Ventilación				
Caudal de ventilación total (m³/h)				
				54.0
				163.48
Potencia térmica de ventilación total				163.48
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 2.3 m²		78.9 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :	181.3 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
cocina (Cocina)		PFC				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						107.22 530.61
Tipo	Orientac ión	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Facha da	E	6.7	0.52	646	Claro	
Facha da	N	15.6	1.02	610	Claro	
Ventanas exteriores						41.67 45.63
Núm. ventanas	Orientac ión	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²°C))			
1	E		1.1	1.24		
1	N		1.1	1.25		
Forjados inferiores						47.26
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)			
suelo	13.5	0.22	1423			
Cerramientos interiores						45.98 10.27
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado	10.9	0.30	138			
Forjado	2.3	0.32	182			
Total estructural						828.63
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 41.43
Cargas internas totales						870.06
Ventilación						295.04
Caudal de ventilación total (m³/h)						
97.5						
Potencia térmica de ventilación total						295.04
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.5 m²			86.1 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1165.1 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto			Conjunto de recintos			
portalón (Pasillo / Distribuidor)			PFC			
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						37.85 90.64 113.13
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	2.3	0.59	208	Claro	
Fachada	E	5.9	0.51	623	Claro	
Fachada	O	6.2	0.59	208	Claro	
Puertas exteriores						69.28 152.41
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))		
1	Opaca	S	1.6	1.54		
1	Opaca	E	3.2	1.54		
Forjados inferiores						81.67
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)			
suelo	23.4	0.22	1423			
Cerramientos interiores						82.38
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado	19.6	0.30	138			
Total estructural						627.35
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 31.37
Cargas internas totales						658.72
Ventilación						191.19
Caudal de ventilación total (m³/h)						
63.2						
Potencia térmica de ventilación total						191.19
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 23.4 m²			36.3 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		849.9 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
salón (Salón / Comedor)		PFC				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						422.65 190.56 130.52
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	19.6	0.78	588	Claro	
Fachada	E	12.4	0.51	623	Claro	
Fachada	O	7.2	0.59	208	Claro	
Ventanas exteriores						49.00 41.67 281.34
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	S	1.4	1.23			
1	E	1.1	1.24			
1	O	8.4	1.10			
Forjados inferiores						131.63
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
suelo	37.7	0.22	1378			
Cerramientos interiores						147.04
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado	35.0	0.30	138			
Total estructural						
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						69.72
Cargas internas totales						1464.13
Ventilación						616.32
Caudal de ventilación total (m³/h)						
101.8						
Potencia térmica de ventilación total						616.32
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 37.7 m²			55.2 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2080.4 kcal/h

**Planta 1**

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 2 (Baño / Aseo)		Planta 1 - baño 2				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						166.89
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	4.9	1.02	610	Claro	
Ventanas exteriores						45.63
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	N	1.1	1.25			
Cerramientos interiores						64.88 20.97 24.00 34.64
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	19.9	0.24	102			
Forjado	5.0	0.30	182			
Forjado	5.7	0.30	138			
Hueco interior	1.6	1.54				
Total estructural						357.01
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 17.85
Cargas internas totales						374.86
Ventilación						163.48
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						
Potencia térmica de ventilación total						163.48
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.7 m²			94.2 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		538.3 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 2 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 2				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						79.72 397.40
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	5.2	0.51	592	Claro	
Fachada	N	12.5	0.95	586	Claro	
Ventanas exteriores						114.56
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	E	2.6	1.42			
Cerramientos interiores						60.09 25.50 43.82 50.47 34.64
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	10.9	0.40	76			
Pared interior	7.8	0.24	102			
Forjado	10.9	0.29	138			
Forjado	12.0	0.30	138			
Hueco interior	1.6	1.54				
Total estructural						806.18
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 40.31
Cargas internas totales						846.49
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
36.0						217.98
Potencia térmica de ventilación total						217.98
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 12.0 m²			88.6 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1064.5 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 3 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 3				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						160.73
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	10.4	0.51	592	Claro	
Ventanas exteriores						114.56
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	E	2.6	1.42			
Cerramientos interiores						137.20 37.33 45.39 34.64
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	24.9	0.40	76			
Forjado	9.3	0.29	138			
Forjado	10.8	0.30	138			
Hueco interior	1.6	1.54				
Total estructural						529.84
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 26.49
Cargas internas totales						556.33
Ventilación						217.98 217.98
Caudal de ventilación total (m³/h)						
36.0						
Potencia térmica de ventilación total						217.98
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.8 m²		71.7 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		774.3 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 4 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 4				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	11.1	0.78	588	Claro	
Fachada	E	6.9	0.51	592	Claro	239.31 106.12
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
1	E	2.6	1.42			114.56
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	19.0	0.40	76			
Forjado	12.1	0.29	138			
Forjado	12.9	0.30	138			
Hueco interior	1.6	1.54				
Total estructural						701.62
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 35.08
Cargas internas totales						736.70
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
36.0						
Potencia térmica de ventilación total						217.98 217.98
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 12.9 m²		73.8 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		954.7 kcal/h



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
dormitorio 5 (Dormitorio)		Planta 1 - dormitorio 5					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores						164.78	
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	S	7.6	0.78	588	Claro		
Ventanas exteriores						49.00	
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))				
1	S	1.4	1.23				
Cerramientos interiores						34.64	
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	9.5	0.40	76				
Pared interior	16.9	0.23	78	52.05			
Forjado	10.5	0.29	138	54.25			
Forjado	10.5	0.30	138	42.06			
Hueco interior	1.6	1.54		44.14			
				34.64			
Total estructural							440.91
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 22.05	
Cargas internas totales						462.96	
Ventilación						217.98	
Caudal de ventilación total (m³/h)							
36.0							
Potencia térmica de ventilación total						217.98	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.5 m²		64.8 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		680.9 kcal/h	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)				
Recinto		Conjunto de recintos		
distribuidor (Pasillo / Distribuidor)		Planta 1 - distribuidor		
Condiciones de proyecto				
Internas		Externas		
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = -6.7 °C		
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %		
Cargas térmicas de calefacción				C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos interiores				45.15 160.68 70.20 77.55 207.83
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	
Pared interior	14.0	0.23	78	
Pared interior	29.2	0.40	76	
Forjado	17.5	0.29	138	
Forjado	18.5	0.30	138	
Hueco interior	9.7	1.54		
Total estructural				
Cargas interiores totales				
Cargas debidas a la intermitencia de uso			5.0 %	28.07
Cargas internas totales				589.48
Ventilación				
Caudal de ventilación total (m³/h)				
50.2				151.90
Potencia térmica de ventilación total				151.90
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 18.6 m²		39.9 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 741.4 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto			Conjunto de recintos			
mirador 1 (Pasillo / Distribuidor)			Planta 1 - mirador 1			
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	1.2	0.78	588	Claro	
Fachada	N	6.6	0.95	586	Claro	
Fachada	N	2.2	0.26	48	Claro	26.36
Fachada	O	16.3	0.26	48	Claro	210.46
Fachada	S	6.2	0.26	48	Claro	18.78
						128.63
						44.35
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))			
2	O	2.2	1.16			76.41
4	O	8.8	1.15			309.44
3	O	3.9	1.19			141.05
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	23.7	0.26	112	Intermedio		169.34
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	18.9	0.23	78			
Pared interior	12.1	0.40	76			61.06
Forjado	11.1	0.29	138			66.31
Forjado	15.3	0.15	127			44.47
Forjado	4.7	0.30	138			63.28
Hueco interior	1.6	1.54				19.83
						34.64
Total estructural						1414.41
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	70.72
Cargas internas totales						1485.13
Ventilación						

<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>		
82.7		250.34
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>		<b>250.34</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 30.6 m<sup>2</sup></b>	<b>56.7 kcal/(h·m<sup>2</sup>)</b>	<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1735.5 kcal/h</b>

## Planta 2

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto			Conjunto de recintos			
distribuidor (Pasillo / Distribuidor)			planos			
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						208.83 265.91 516.78 158.01
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	10.1	0.74	581	Claro	
Fachada	E	17.8	0.49	585	Claro	
Fachada	N	17.3	0.90	580	Claro	
Fachada	O	17.3	0.30	103	Claro	
Ventanas exteriores						222.64 33.76
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)		U (kcal/(h·m²·°C))		
1	S	7.1		1.12		
4	Horizontal	1.2		1.03		
Cubiertas						414.59
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	84.1	0.18	200	Intermedio		
Cerramientos interiores						300.84
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h·m²·°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado	75.2	0.29	138			
Total estructural						2121.36
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						106.07
Cargas internas totales						2227.43
Ventilación						660.27
Caudal de ventilación total (m³/h)						
218.1						
Potencia térmica de ventilación total						660.27
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 80.8 m²			35.7 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2887.7 kcal/h

## 2.5.3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

## Refrigeración

Conjunto: PFC												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
dormitorio 1	Planta baja	140.66	103.20	133.24	251.17	281.21	36.00	53.59	89.63	52.21	304.76	370.84
cocina	Planta baja	136.66	389.42	498.14	541.86	650.59	97.45	64.76	154.96	59.52	606.62	805.55
portalón	Planta baja	89.31	54.77	54.77	148.41	148.41	63.15	47.00	110.23	11.06	195.41	258.64
salón	Planta baja	1291.10	758.22	848.37	2110.81	2200.95	101.79	151.52	253.42	65.10	2262.33	2454.37
<b>Total</b>							<b>298.4</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>3873.8</b>

Conjunto: Planta 1 - distribuidor												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
distribuidor	Planta 1	103.16	47.11	47.11	154.77	154.77	50.17	37.34	87.58	13.04	192.12	242.35
<b>Total</b>							<b>50.2</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>242.3</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 2												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
dormitorio 2	Planta 1	135.98	139.32	169.36	283.55	313.60	36.00	47.85	81.17	32.85	331.40	394.77
<b>Total</b>							<b>36.0</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>394.8</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 3												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
dormitorio 3	Planta 1	95.48	128.53	158.58	230.73	260.78	36.00	53.59	89.63	32.43	284.32	350.41
<b>Total</b>							<b>36.0</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>350.4</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 4												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
dormitorio 4	Planta 1	125.63	145.76	175.80	279.53	309.58	36.00	47.85	81.17	30.22	327.38	390.75
<b>Total</b>							<b>36.0</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>390.7</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 5												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
dormitorio 5	Planta 1	73.05	143.85	203.94	223.40	283.50	36.00	12.04	49.87	31.72	235.44	333.36
<b>Total</b>							<b>36.0</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>333.4</b>

Conjunto: Planta 1 - mirador 1												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
mirador 1	Planta 1	2166.89	43.40	43.40	2276.60	2276.60	82.69	68.14	157.41	79.48	2344.74	2434.01
<b>Total</b>							<b>82.7</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>2434.0</b>

Conjunto: planos												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
distribuidor	Planta 2	1096.12	80.81	80.81	1212.23	1212.23	218.09	118.52	291.01	18.61	1330.75	1503.24
<b>Total</b>							<b>218.1</b>					
<b>Carga total simultánea</b>												<b>1503.2</b>



**Calefacción**

<b>Conjunto: PFC</b>						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
dormitorio 1	Planta baja	468.54	36.00	217.98	96.66	686.51
baño 1	Planta baja	17.78	54.00	163.48	78.89	181.27
cocina	Planta baja	870.06	97.45	295.04	86.08	1165.09
portalón	Planta baja	658.72	63.15	191.19	36.34	849.92
salón	Planta baja	1464.13	101.79	616.32	55.19	2080.44
<b>Total</b>			<b>352.4</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>4963.2</b>

<b>Conjunto: Planta 1 - baño 2</b>						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
baño 2	Planta 1	374.86	54.00	163.48	94.21	538.34
<b>Total</b>			<b>54.0</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>538.3</b>

<b>Conjunto: Planta 1 - distribuidor</b>						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
distribuidor	Planta 1	589.48	50.17	151.90	39.90	741.38
<b>Total</b>			<b>50.2</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>741.4</b>

<b>Conjunto: Planta 1 - dormitorio 2</b>						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
dormitorio 2	Planta 1	846.49	36.00	217.98	88.58	1064.47
<b>Total</b>			<b>36.0</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>1064.5</b>

<b>Conjunto: Planta 1 - dormitorio 3</b>						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
dormitorio 3	Planta 1	556.33	36.00	217.98	71.65	774.31
<b>Total</b>			<b>36.0</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>774.3</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 4						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Total (kcal/h)
dormitorio 4	Planta 1	736.70	36.00	217.98	73.83	954.68
<b>Total</b>			<b>36.0</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>954.7</b>

Conjunto: Planta 1 - dormitorio 5						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Total (kcal/h)
dormitorio 5	Planta 1	462.96	36.00	217.98	64.80	680.94
<b>Total</b>			<b>36.0</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>680.9</b>

Conjunto: Planta 1 - mirador 1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Total (kcal/h)
mirador 1	Planta 1	1485.13	82.69	250.34	56.67	1735.47
<b>Total</b>			<b>82.7</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>1735.5</b>

Conjunto: planos						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Total (kcal/h)
Distribuidor	Planta 2	2227.43	218.09	660.27	35.75	2887.71
<b>Total</b>			<b>218.1</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>2887.7</b>

#### 2.5.4. RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja	46.1	3873.8
Planta 1 - distribuidor	13.0	242.3
Planta 1 - dormitorio 2	32.9	394.8
Planta 1 - dormitorio 3	32.5	350.4
Planta 1 - dormitorio 4	30.3	390.7
Planta 1 - dormitorio 5	31.8	333.4
Planta 1 - mirador 1	79.6	2434.0
bajocubierta	18.6	1503.2
<b>Total</b>	<b>36.2</b>	<b>9522.6</b>

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potencia total (kcal/h)
Planta baja	59.1	4963.2
Planta 1 - baño 2	94.5	538.3
Planta 1 - distribuidor	39.9	741.4
Planta 1 - dormitorio 2	88.7	1064.5
Planta 1 - dormitorio 3	71.7	774.3
Planta 1 - dormitorio 4	74.0	954.7
Planta 1 - dormitorio 5	64.8	680.9
Planta 1 - mirador 1	56.8	1735.5
bajocubierta	35.7	2887.7
<b>Total</b>	<b>54.5</b>	<b>14340.5</b>

## 2.6. DEMANDA DE A.C.S.

### 2.6.1. OBTENCIÓN DE DATOS PREVIOS

A efectos de simplificar, se considera que los caudales y duraciones de los distintos períodos puntas del día son iguales entre sí. La misma simplificación se hace con respecto a los períodos valle.

Caudales:

QM<sub>p</sub> caudal medio de los periodos puntas.-

Se obtiene como dato, según el tipo de edificio.

QM<sub>v</sub> caudal medio de los períodos valle.

Si el gasto diario de los períodos punta es QM<sub>p</sub> x H<sub>p</sub> y el total del día es G, el gasto en los períodos valle será G - QM<sub>p</sub> x H<sub>p</sub> .

$$P(\text{en Kw}) = 4,18 \frac{t_e - t_u}{h_v + h_p} (h_p QM_p + (G - QM_p H_p) \frac{h_v}{H - H_p})$$

Donde:

T<sub>e</sub> = temperatura de entrada del agua fría en el acumulador (°C).

T<sub>p</sub> = temperatura de preparación (°C).

T<sub>u</sub> = temperatura de utilización del ACS (°C).

G = gasto diario de ACS del edificio (l.)

QM<sub>p</sub> = caudal medio en los períodos punta (l/s)

QM<sub>v</sub> = caudal medio en los períodos valle (l/s).

h<sub>p</sub> = duración de cada período que consideramos como punta (s)

h<sub>v</sub> = duración de cada período que consideramos como valle (s)

H = tiempo del día en que se considera el funcionamiento de la caldera (s).

H<sub>p</sub> = tiempo total de períodos puntas (s).

H<sub>v</sub> = tiempo total de períodos valle (=H - H<sub>p</sub>), (s).

$P$  = potencia útil de la caldera (KW).

Durante el ciclo normal producción-acumulación se calcula en un 15% las pérdidas de calor por difusión en la caldera y circuito primario, mientras que tal pérdida puede estimarse en un 10% con respecto al acumulador, lo que totaliza un 25% de la producción.

Igualmente dadas las normales distorsiones de consumos de algún periodo punta respecto a los promedios previstos, se hace aconsejable aumentar  $P$  en otro 15%, con lo que, junto con lo anterior quedaría que  $P^*$  (potencia a instalar) = 1,4  $P$ .

## 2.6.2. CUADRO PARA LOS CÁLCULOS DE $P$

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

De estas tablas extraídas del DB-HE 4 del C.T.E. obtenemos el consumo diario por persona mínimo de A.C.S. a 60 °C que tiene nuestra vivienda. Este documento nos exige que al tener 5 dormitorios equivale a 7 personas y a 30 l por persona y día la demanda sería la siguiente:

Demanda de A.C.S. a 60 °C = 7 personas x 30 l = 210 l.

De todas formas esta exigencia no suele satisfacer la demanda real que se produce en la vivienda por lo que hemos decidido hacer los cálculos como si la demanda fuera de 280 l.

TIPO DE EDIFICIO	NECESIDADES DE ACS	DEMADA PUNTA HORARIA	Hv (horas)	hp(horas)	Hv(horas)	Hp(horas)	H(horas)
viviendas	280 l /día	1/10 G	4	2	12	6	18

Al cuadro anterior procede añadir lo siguiente:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Álava	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Albacete	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Alicante	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Almería	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Asturias	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Ávila	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Badajoz	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Baleares	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Barcelona	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Burgos	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Cáceres	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Cádiz	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Cantabria	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Castellón	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Ceuta	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11.3
Ciudad Real	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Córdoba	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
La Coruña	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Cuenca	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Gerona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Granada	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Guadalajara	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Guipúzcoa	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Huelva	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Huesca	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Jaén	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12.3
León	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Lérida	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Lugo	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Madrid	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Málaga	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Melilla	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Murcia	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Navarra	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Orense	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.2
Palencia	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Las Palmas	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Pontevedra	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
La Rioja	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Salamanca	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
S. C. Tenerife	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Segovia	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Sevilla	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Soria	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Tarragona	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Teruel	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8.3
Toledo	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Valencia	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12.3
Valladolid	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Vizcaya	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3
Zamora	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3
Zaragoza	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9.3

*Temperatura del agua de red en por provincias y meses en °C.*

Vemos que la menor temperatura y por tanto la mayor demanda energética para calentar el agua es en Enero y Diciembre, donde el agua de red está a 4 oC.

$$G = 40 \times 7 = 280 \text{ l de A.C.S.}$$

$$Q_{Mp} = (1/10) \times 280 = 28 \text{ l/h} = 0,00778 \text{ l/s}$$

$$h_v = 4 \text{ horas} = 14.400 \text{ s}$$

$$h_p = 2 \text{ horas} = 7.200 \text{ s}$$

$$H_p = 6 \text{ horas} = 21.600 \text{ s}$$

$$H = 18 \text{ horas} = 64.800 \text{ s}$$

$$T_e = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_p = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 4,18 \times \frac{40 - 4}{14400 + 7200} \times [7200 \times 0,00778 + (280 - 0,00778 \times 21600) \times \frac{14400}{64800 - 21600}] =$$

$$0,68634568 \text{ KW}$$

$$P^* \text{ (potencia a instalar)} = 1,4 \times 0,68634 = \mathbf{0,96088395 \text{ KW}}$$

## 2.7. DIMENSIONAMIENTO DE LA CALDERA

La potencia requerida de la caldera se calcula sumando la potencia requerida para la instalación de calefacción y la potencia requerida para la instalación de ACS.

La potencia de la instalación por suelo radiante, será igual a la suma de todas las potencias caloríficas aportadas por todos los circuitos de calefacción.

La potencia necesaria para el ACS se ha calculado en el apartado anterior

Potencia de la instalación de calefacción: 14340,5 kcal/h

$$\text{Carga}_{\text{calefa}} [\text{kW}] = 14340,5 [\text{kcal/h}] \times 4,1868 [\text{kJ/kcal}] \times 1 [(\text{kW} \times \text{s})/\text{kJ}] \times (1/3.600) [\text{h/s}]$$

$$= \mathbf{16,6780015 \text{ kW}}$$



Potencia de la instalación de refrigeración: 9522,6 kcal/h

Cargarefri. [kW]= 9522,6 [kcal/h] x 4,1868 [kJ/kcal] x 1 [(kW x s)/kJ] x (1/3.600) [h/s]  
**=11,0747838 kW**

Como la potencia necesaria para la calefacción es mayor que la de refrigeración, tomaremos a la primera como referencia para dimensionar la caldera y la bomba de calor.

Potencia de la instalación de A.C.S.: **0,96088395 kW**

Potencia total de las instalaciones:

Suma total: **17,64 kW**

## **2.8. INSTALACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA**

### **2.8.1. SISTEMA DE ACUMULACIÓN**

Como se ha explicado en el documento Memoria de este proyecto la acumulación de A.C.S. se va a realizar mediante un acumulador de inercia.

Los instaladores de este tipo de acumuladores recomiendan que para el cálculo del volumen de estos aparatos sea de entre 30 y 40 litros por cada kilowatio de la caldera o bomba de calor.

Esto es debido a que en ese parámetro es donde más eficacia se alcanza tanto de la bomba como de la caldera. Al ser un acumulador grande la bomba de calor o la caldera estarían trabajando durante espacios de tiempo más largos pero menos veces, y no durante espacios cortos de tiempo y encendiéndose y apagándose muchas veces.

Como explicaremos a continuación la bomba de calor será de 22 kW y la caldera de biomasa de 19,5 kW.

Por lo tanto el acumulador deberá estar entre el siguiente rango de volúmenes:

$$V_1 = 22,5 \times 30 = 675 \text{ l.} \qquad V_2 = 22,5 \times 40 = 900 \text{ l.}$$

La elección ha sido:

Acumulador Vaillant allSTOR VPS 800/2 de 765 l.

## 2.9. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

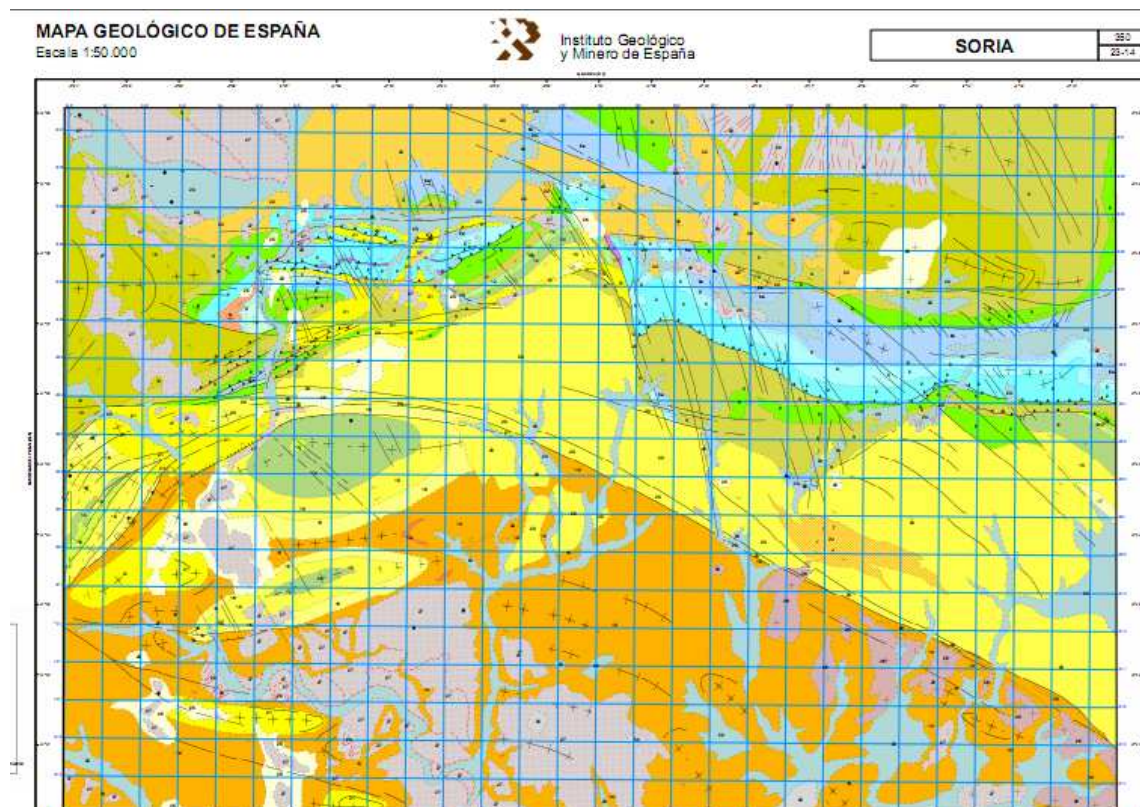
### 2.9.1. BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

Como hemos visto en los apartados anteriores, la potencia necesaria para la instalación de climatización y de A.C.S. es de 17,64 kW.

La Bomba de Calor Geotérmica seleccionada ha sido la Bomba de Calor Geotérmica tierra-agua de la marca **IMMOSOLAR**, el **modelo IS-SW 22 KW r.a.**. Dicha bomba tiene una **potencia térmica de 22 kW** y un índice de rendimiento **COP de 4,7**.

### 2.9.2. CÁLCULOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN GEOTÉRMICO

Para calcular la profundidad de las sondas geotérmicas tenemos que saber qué tipo de suelo es el de la zona donde se realizará la instalación. Para saberlo hemos utilizado la web del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y hemos extraído un mapa geológico de Soria.



La leyenda de este mapa es la siguiente:

# LEYENDA

CUATERNARIO	CUATERNARIO		HOLOCENO	29	30	32	
	PLEISTOCENO			33	34	37	
TERCIARIO	NEOGENO	PUDGEO		38			
		MIOCENO	SUPERIOR	39	40	44	
			MEDIO	41	42		
			INFERIOR	43			
	PALEOGENO	OLIGOCENO		44			
		EOCENO		45			
		PALEOCENO		46			
CRETACICO	SUPERIOR	SENONENSE		47			
		TURONENSE		48			
		CONVANSENSE		49			
	INFERIOR	ALBIENSE	F.U.	50			
				51			
		BARREMIENSE	F.U.	52			
				53			
	SUPERIOR	EMMENSE		54			
		CHAMPAGNE		55			
		DOGGER		56			
JURASICO	SUPERIOR	KIMMERIDGIENSE		57			
		OXFORDIENSE		58			
	INFERIOR	TOARCIENSE		59			
		RUESENSIS		60			
		SINIENSIS		61			
		HELVETIENSE		62			
TRIASSICO	TRIASSICO			63			

La zona donde se encuentra el unifamiliar corresponde con el material número 18, que es piedra caliza, cuya capacidad de absorción específica es de entre 65 y 80 W/m. Nosotros hemos cogido un valor intermedio de 70 W/m.

Una vez hallada la capacidad de absorción específica del terreno calcularemos la longitud total de la sonda con la siguiente fórmula:

$$L_{\text{sonda\_total}} [\text{m}] = \frac{\text{Potencia\_bomba} [\text{W}]}{\text{cap\_específica} [\text{W} / \text{m}]} = \frac{22000}{70} = 314,29 \text{ m}$$

$$L_{\text{sondas}} = \frac{314,29}{4} = 78,58 \text{ m}$$

Se realizarán **cuatro sondeos** de **80 m** de profundidad, ya que no es recomendable realizar perforaciones de más de 100m. La distancia entre sondas debe ser de al menos 5 metros de separación, y de 3 m con respecto a los límites del terreno. El diámetro de perforación será de 118 mm.

## 2.10. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA

### 2.10.1. CALDERA DE BIOMASA

Como hemos visto en los apartados anteriores, la potencia necesaria para la instalación de climatización y de A.C.S. es de 17,64 kW.

La caldera seleccionada es la siguiente:

Caldera para la combustión de pellets, **potencia útil de 5,9 a 19,5 kW, modelo HPK-RA 19,5 "GILLES"**.

## 2.11. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

### 2.11.1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo		$\Phi$	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	$\Delta P_1$ (m.c.a.)	$\Delta P$ (m.c.a.)
	Final	Tipo						
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	1/2"	0.16	0.9	0.65	0.008	4.52
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.55	1.8	10.47	0.299	2.86
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.40	1.3	1.01	0.016	2.87
N2-Planta baja	N1-Planta 1	Impulsión (*)	3/4"	0.40	1.3	2.95	0.046	2.92
N3-Planta baja	A10-Planta baja	Impulsión	1/2"	0.16	0.9	1.10	0.013	2.87
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.55	1.8	0.96	0.027	2.53
A9-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.55	1.8	0.49	0.014	2.54
N4-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.55	1.8	0.14	0.004	2.55
A6-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	3/4"	0.55	1.8	0.47	0.013	2.56
N1-Planta 1	A7-Planta 1	Impulsión	1/2"	0.18	1.0	0.56	0.009	2.93
N1-Planta 1	N3-Planta 2	Impulsión (*)	1/2"	0.22	1.2	2.95	0.063	2.98
A7-Planta 1	A7-Planta 1	Impulsión	1/2"	0.18	1.0	0.65	0.010	4.98
N3-Planta 2	A1-Planta 2	Impulsión (*)	1/2"	0.22	1.2	1.97	0.042	3.02
A1-Planta 2	A1-Planta 2	Impulsión (*)	1/2"	0.22	1.2	0.65	0.014	7.73
A1-Planta 2	A1-Planta 2	Impulsión (*)	1/2"	0.22	1.2	0.07	0.001	3.03
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Retorno	3/4"	0.16	0.5	0.07	0.002	0.39
A10-Planta baja	A10-Planta baja	Retorno	3/4"	0.16	0.5	0.65	0.019	0.41
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno (*)	1 1/4"	0.55	0.7	10.47	0.301	0.36
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno (*)	1 1/4"	0.40	0.5	1.01	0.015	0.37
N2-Planta baja	N1-Planta 1	Retorno (*)	1 1/4"	0.40	0.5	2.95	0.045	0.42
N3-Planta baja	A10-Planta baja	Retorno	3/4"	0.16	0.5	1.10	0.031	0.39
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	1 1/4"	0.55	0.7	0.77	0.022	0.02

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			$\Phi$	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	$\Delta P_1$ (m.c.a.)	$\Delta P$ (m.c.a.)
Inicio	Final	Tipo						
A9-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	1 1/4"	0.55	0.7	1.15	0.033	0.06
N1-Planta 1	A7-Planta 1	Retorno	1"	0.18	0.4	0.56	0.007	0.42
N1-Planta 1	N3-Planta 2	Retorno (*)	1"	0.22	0.4	2.95	0.049	0.47
A7-Planta 1	A7-Planta 1	Retorno	1"	0.18	0.4	0.07	0.001	0.42
A7-Planta 1	A7-Planta 1	Retorno	1"	0.18	0.4	0.65	0.008	0.43
N3-Planta 2	A1-Planta 2	Retorno (*)	1"	0.22	0.4	1.97	0.033	0.50
A1-Planta 2	A1-Planta 2	Retorno (*)	1"	0.22	0.4	0.65	0.011	0.51
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
$\Phi$	Diámetro nominal		L	Longitud				
Q	Caudal		$\Delta P_1$	Pérdida de presión				
V	Velocidad		$\Delta P$	Pérdida de presión acumulada				

## 2.11.2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

### 2.11.2.1. Bases de cálculo

#### 2.11.2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, la carga térmica calculada se considera un porcentaje del 70% de la carga térmica instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	Q <sub>N.f. calefacción</sub> (kcal/h)	S (m <sup>2</sup> )	q calefacción (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))
Planta baja - Salón	dormitorio 1	Planta baja	710.93	7.10	100.1
	baño 1	Planta baja	200.46	2.30	87.2
	cocina	Planta baja	895.89	10.87	82.5
	portalón	Planta baja	849.92	23.39	36.3
	Salón	Planta baja	2080.44	37.70	55.2
Planta 1 - mirador 1	baño 2	Planta 1	434.11	5.71	76.0
	dormitorio 2	Planta 1	937.89	12.02	78.1
	dormitorio 3	Planta 1	593.87	10.81	55.0
	dormitorio 4	Planta 1	808.68	12.93	62.5
	dormitorio 5	Planta 1	532.96	10.51	50.7
	distribuidor	Planta 1	307.04	18.58	16.5
	mirador 1	Planta 1	1565.36	30.63	51.1
planos	distribuidor	Planta 2	2887.71	80.78	35.7

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	$Q_{N,f}$ calefacción (kcal/h)	S (m <sup>2</sup> )	q calefacción (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))
Abreviaturas utilizadas					
$Q_{N,f}$ calefacción	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante		q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción	
$Q_{N,f}$ refrigeración	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante		q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración	
S	Superficie del recinto				

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto	$\theta_{f,max}$ (°C)	$\theta_i$ (°C)	$q_G$ (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	86
Cuartos de baño y similares	33	24	86
Zona periférica	35	20	151
Abreviaturas utilizadas			
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo		$q_G$ Densidad de flujo térmico límite
$\theta_i$	Temperatura del recinto		

Suelo radiante para refrigeración:

Tipos de recinto	$\theta_{f,max}$ (°C)	$\theta_i$ (°C)	$q_G$ (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))
Zona de permanencia (ocupada)	20	24	34
Cuartos de baño y similares	18	24	52
Abreviaturas utilizadas			
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo		$q_G$ Densidad de flujo térmico límite
$\theta_i$	Temperatura del recinto		

La temperatura media de la superficie del suelo según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción

$$q = 8.92 (\theta_{f,m} - \theta_i)^{1,1} (W / m^2)$$

Refrigeración

$$q = 7 (|\theta_{s,m} - \theta_i|) (W / m^2)$$

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

#### 2.11.2.1.2. Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Planta baja - Salón	CC 1	C 1	dormitorio 1	Planta baja
		C 2	baño 1	Planta baja
		C 3	cocina	Planta baja
		C 4	portalón	Planta baja
		C 5	Salón	Planta baja
		C 6	Salón	Planta baja
		C 7	portalón	Planta baja
Planta 1 - mirador 1	CC 1	C 1	baño 2	Planta 1
		C 2	dormitorio 2	Planta 1
		C 3	dormitorio 3	Planta 1
		C 4	dormitorio 4	Planta 1
		C 5	dormitorio 5	Planta 1
		C 6	distribuidor	Planta 1
		C 7	mirador 1	Planta 1
		C 8	mirador 1	Planta 1
planos	CC 1	C 1	distribuidor	Planta 2
		C 2	distribuidor	Planta 2
		C 3	distribuidor	Planta 2



### 2.11.2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

Donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>)

e = Separación entre tuberías (cm)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m²)	q calefacción (kcal/(h·m²))	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Planta baja - Salón	CC 1	C 1	Espiral	15.0	7.10	75.7	300.0	52.1
		C 2	Doble serpentín	15.0	2.30	87.2		20.9
		C 3	Espiral	15.0	10.87	75.7		77.3
		C 4	Espiral	15.0	11.16	36.3		81.3
		C 5	Espiral	15.0	12.86	67.3		101.9
		C 6	Doble serpentín	15.0	18.06	67.3		137.4
		C 7	Espiral	15.0	12.23	36.3		93.7
Planta 1 - mirador 1	CC 1	C 1	Espiral	15.0	5.71	76.0	300.0	40.7
		C 2	Espiral	15.0	12.02	75.7		86.4
		C 3	Espiral	15.0	10.81	55.0		87.4
		C 4	Espiral	15.0	12.93	62.5		109.1
		C 5	Espiral	15.0	10.51	50.7		86.6
		C 6	Doble serpentín	15.0	18.58	16.5		130.0
		C 7	Espiral	15.0	17.68	51.3		130.0
		C 8	Doble serpentín	15.0	12.86	51.3		92.6
planos	CC 1	C 1	Espiral	15.0	30.95	37.6	300.0	214.4
		C 2	Espiral	15.0	27.33	37.6		196.8
		C 3	Espiral	15.0	18.62	37.6		144.2
Abreviaturas utilizadas								
S	Superficie del recinto			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración			
q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción							

### 2.11.2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

Una vez obtenida la densidad máxima de flujo térmico y considerando un salto térmico de 5°C, se calcula la temperatura de impulsión.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$



Donde:

$q$  = Densidad de flujo térmico

$\Delta\Theta_H$  = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

Temperatura de impulsión

Temperatura de retorno

Temperatura del recinto

$K_H$  = Constante que depende de las siguientes variables:

Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)

Losa de cemento (espesor y conductividad)

Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

En la Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	$\theta_V$ calefacción (°C)	$\theta_R$ calefacción (°C)	Potencia calefacción (kcal/h)
Planta baja - Salón	CC 1	C 1	50.7	45.7	537.4
		C 2	50.7	35.7	200.5
		C 3	50.7	35.7	822.1
		C 4	50.7	35.7	405.6
		C 5	50.7	39.7	865.3
		C 6	50.7	39.7	1215.2
		C 7	50.7	35.7	444.3
Planta 1 - mirador 1	CC 1	C 1	50.7	35.7	434.1
		C 2	50.7	45.7	909.2
		C 3	50.7	35.7	593.9
		C 4	50.7	37.6	808.7
		C 5	50.7	35.7	533.0
		C 6	50.7	35.7	307.0
		C 7	50.7	35.7	906.1

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	$\theta_v$ calefacción (°C)	$\theta_R$ calefacción (°C)	Potencia calefacción (kcal/h)
		C 8	50.7	35.7	659.2
planos	CC 1	C 1	37.1	32.1	1162.3
		C 2	37.1	32.1	1026.3
		C 3	37.1	32.1	699.1
Abreviaturas utilizadas					
$\theta_v$ calefacción	Temperatura de impulsión calefacción		$\theta_v$ refrigeración	Temperatura de impulsión refrigeración	
$\theta_R$ calefacción	Temperatura de retorno calefacción		$\theta_R$ refrigeración	Temperatura de retorno refrigeración	

### 2.11.2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \left( 1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right)$$

Donde:

$A_F$  = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

$q$  = Densidad de flujo térmico

$\sigma$  = Salto de temperatura

$c_w$  = Calor específico del agua

$R_o$  = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

$R_u$  = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

$\theta_u$  = Temperatura del recinto inferior

$\theta_i$  = Temperatura del recinto

$$R_0 = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda, 1} + R_{\lambda, 2} + R_{\lambda, 3} + R_{\alpha, 4}$$

$$R_{\alpha, 4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

Donde:

$R_{\lambda, 1}$  = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda, 2}$  = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\lambda, 3}$  = Resistencia térmica del enlucido

$R_{\alpha, 4}$  = Resistencia térmica del techo

#### 2.11.2.2. Dimensionado

##### 2.11.2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

Velocidad máxima = 2.0 m/s

Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 367.0 Pa/m

Se describe a continuación la instalación calculada:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	$\varnothing_N$ (mm)	Caudal calefacción (l/h)	$\Delta P$ calefacción (m.c.a.)
Planta baja - Salón	CC 1	Tipo 1	C 1	20	143.80	0.2
			C 2	20	17.29	0.0
			C 3	20	71.25	0.1
			C 4	20	36.55	0.0
			C 5	20	105.73	0.3
			C 6	20	148.49	0.6
			C 7	20	40.03	0.0

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	Ø <sub>N</sub> (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (m.c.a.)
Planta 1 - mirador 1	CC 1	Tipo 1	C 1	20	37.51	0.0
			C 2	20	254.36	1.0
			C 3	20	54.52	0.1
			C 4	20	87.15	0.2
			C 5	20	50.93	0.1
			C 6	20	30.48	0.0
			C 7	20	79.98	0.2
			C 8	20	58.19	0.1
planos	CC 1	Tipo 1	C 1	20	311.78	3.7
			C 2	20	275.31	2.7
			C 3	20	187.54	1.0
Abreviaturas utilizadas						
Ø <sub>N</sub>	Diámetro nominal		Caudal refrigeración		Caudal del circuito refrigeración	
Caudal calefacción	Caudal del circuito calefacción		ΔP refrigeración		Pérdida de presión del circuito refrigeración	
ΔP calefacción	Pérdida de presión del circuito calefacción					

Equipo	Descripción
Tipo 1	Colector modular premontado de latón cromado, "ALB", de 1" de diámetro, formado por un colector de ida, con caudalímetros para la regulación y el equilibrado de los circuitos, y un colector de retorno con llaves de corte y adaptadores para el montaje de los cabezales electrotérmicos, con adaptadores para tubo de 17 mm de diámetro y 2 mm de espesor, un racor intermedio para cada colector con un purgador de aire manual, llave de llenado y vaciado, y llaves de corte rectas, de 1" de diámetro con termómetros

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

#### 2.11.2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor

La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores
Tipo 1	Planta baja - Salón	CC 1
	Planta 1 - mirador 1	CC 1
	planos	CC 1

Equipo	Descripción
--------	-------------

Equipo	Descripción
Tipo 1	Caldera para la combustión de pellets, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1230x590x940 mm, para sistema de alimentación mediante extractor sinfín, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000, para el control de 2 circuitos de calefacción, acumulador de A.C.S. y depósito de inercia, "HERZ"

### 2.11.3. NORMA UNE-EN 1264 UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta\theta_H$$

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T \cdot a_T^{m_T} \cdot a_U^{m_U} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta\theta_H$$

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla  $T < 0.375$  m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla  $T > 0.375$  m.

$$q = q_{0.375} \frac{0.375}{T}$$

**$a_B$ : Factor de revestimiento del suelo**

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

$\alpha$  = Coeficiente de transmisión térmica: (8.92) W/m<sup>2</sup>·K

$\lambda_{u,0}$  = 1 W/m·K

$S_{u,0}$  = 0.045 m

$R_{\lambda,B}$  = Resistencia térmica del revestimiento

$\lambda_E$  = Conductividad térmica del revestimiento

$a_T$ : Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m <sup>2</sup> K/W)	0	0.05	0.10	0.15
$a_T$	1.23	1.188	1.156	1.134

$a_U$ : Factor de recubrimiento

$R_{\lambda,B}$ (m <sup>2</sup> K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	$a_U$			
<b>0.05</b>	1.069	1.056	1.043	1.037
<b>0.075</b>	1.066	1.053	1.041	1.035
<b>0.1</b>	1.063	1.05	1.039	1.0335
<b>0.15</b>	1.057	1.046	1.035	1.0305
<b>0.2</b>	1.051	1.041	1.0315	1.0275
<b>0.225</b>	1.048	1.038	1.0295	1.026
<b>0.3</b>	1.0395	1.031	1.024	1.021
<b>0.375</b>	1.03	1.022	1.018	1.015

$a_D$ : Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

$R_{\lambda,B}$ (m <sup>2</sup> K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	$a_U$			
<b>0.05</b>	1.013	1.013	1.012	1.011
<b>0.075</b>	1.021	1.019	1.016	1.014
<b>0.1</b>	1.029	1.025	1.022	1.018
<b>0.15</b>	1.04	1.034	1.029	1.024
<b>0.2</b>	1.046	1.04	1.035	1.03
<b>0.225</b>	1.049	1.043	1.038	1.033
<b>0.3</b>	1.053	1.049	1.044	1.039
<b>0.375</b>	1.056	1.051	1.046	1.042

$$m_T = 1 - \frac{T}{0.075}$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición  $0.050 \text{ m} \leq T \leq 0.375 \text{ m}$ , donde T es la separación entre tuberías.

$$m_u = 100(0.045 - S_u)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición  $S_u \geq 0.015 \text{ m}$ , donde  $S_u$  es el espesor de la capa por encima de la tubería.

$$m_D = 250(D - 0.020)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición  $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$ , donde  $D$  es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

$$B = B_0$$

Tipo de superficie	$B_0$ (kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C))
Suelo radiante para calefacción	5.8
Suelo radiante para refrigeración	4.5

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica

$$\lambda_R = \lambda_{R,0} = 0.35 \quad (\text{W} / \text{mK})$$

Espesor de la capa

$$s_R = s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$$

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1.1}{\pi} \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot T \cdot \left[ \frac{1}{2\lambda_R} \ln \frac{d_a}{d_a - 2S_R} - \frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2S_{R,0}} \right]$$

Donde:

$\lambda_R$  = Conductividad de la capa de la tubería

$$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$S_R$  = Espesor de pared de la tubería

$$S_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$$

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$



Donde:

$\Theta_R$  = Temperatura de retorno

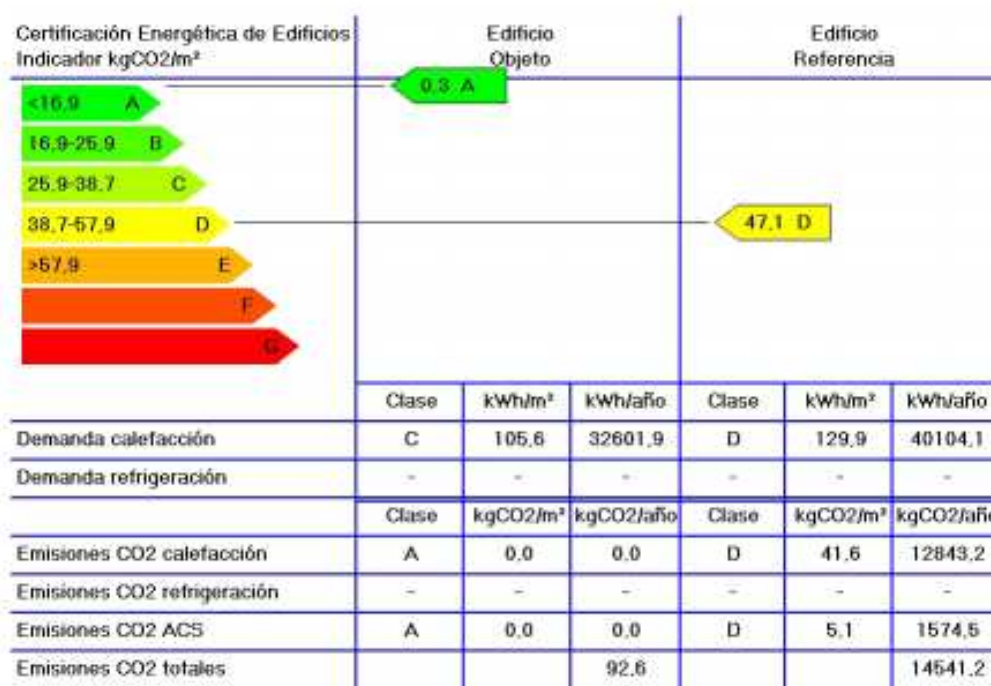
$\Theta_V$  = Temperatura de impulsión

$\Theta_i$  = Temperatura del recinto

## 2.12. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Tras introducir todos los datos de la vivienda con las instalaciones con energías renovables en el software de calificación energética Calener-VYP, el resultado que obtenemos es el siguiente:

### 2.12.1. INSTALACIÓN DE BIOMASA



Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	154,7	47774,2	198,0	81142,4
Consumo energía primaria (kWh)	155,5	48014,4	210,8	85081,8
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	0,3	92,6	47,1	14541,2

## 2.12.2. INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<16,9 A	18,0 B			47,1 D		
16,9-25,9 B						
25,9-38,7 C						
38,7-57,9 D						
>57,9 E						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	105,6	32601,9	D	129,9	40104,1
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	15,8	4877,9	D	41,6	12843,2
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,1	648,3	D	5,1	1574,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			5557,1			14541,2

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	27,8	8585,0	198,0	81142,4
Consumo energía primaria (kWh)	72,4	22348,8	210,8	85081,8
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	18,0	5557,1	47,1	14541,2

La calificación obtenida por la instalación de biomasa es mejor que la geotérmica, aunque ambas son muy buenas. Si la comparamos con la vivienda con la instalación convencional rehabilitada vemos como pasamos de una calificación C a una A o B.

Si la comparamos con la vivienda original hemos pasado de tener una calificación D a una A o B según la instalación escogida.

La razón por la que la instalación de biomasa obtiene una mejor calificación que la geotérmica es que se realiza un estudio global de la energía. En el caso de la biomasa tiene un resultado neutro de emisiones de CO<sub>2</sub> y la instalación geotérmica utiliza la electricidad de red como fuente energética, la cual emite CO<sub>2</sub> en su producción.

Pamplona, Abril de 2013, el Ingeniero Técnico Industrial:

Fdo.: Xabier De Viguri Apesteguía



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

DOCUMENTO 3: PLANOS

Xabier De Viguri Apesteguía


Jorge Odériz Ezcurra

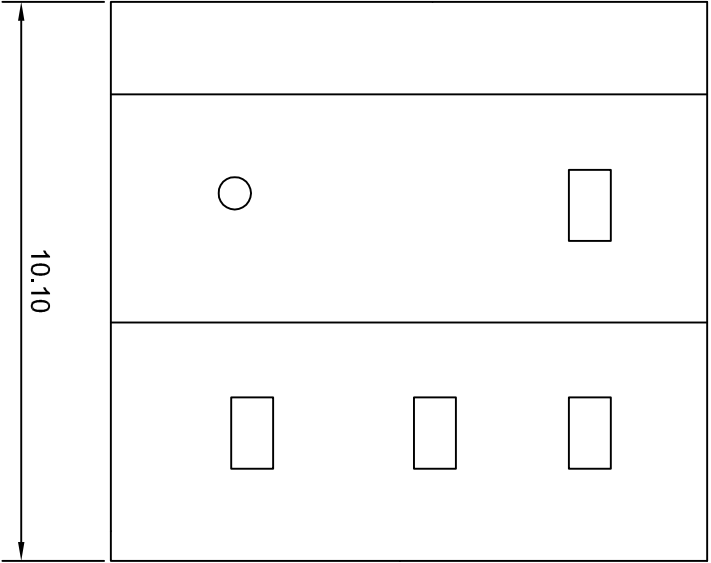
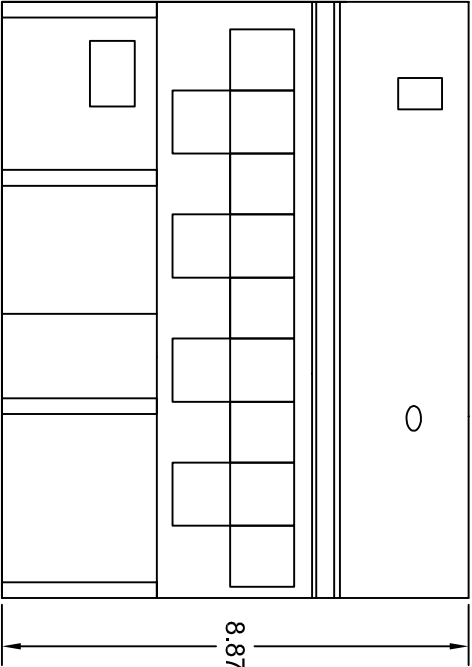
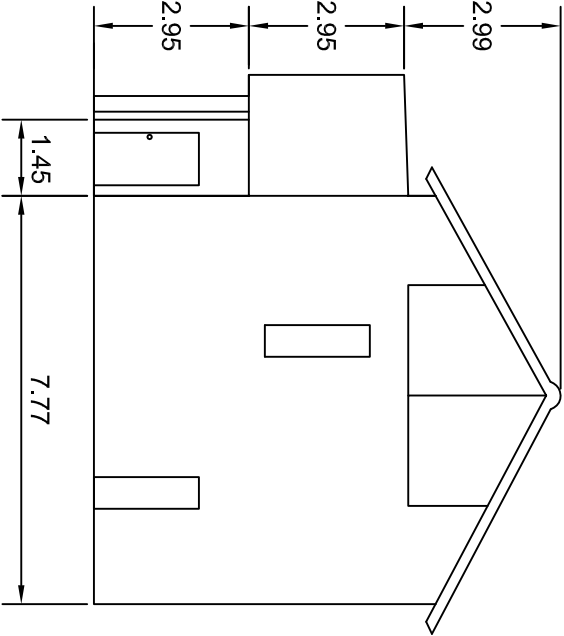
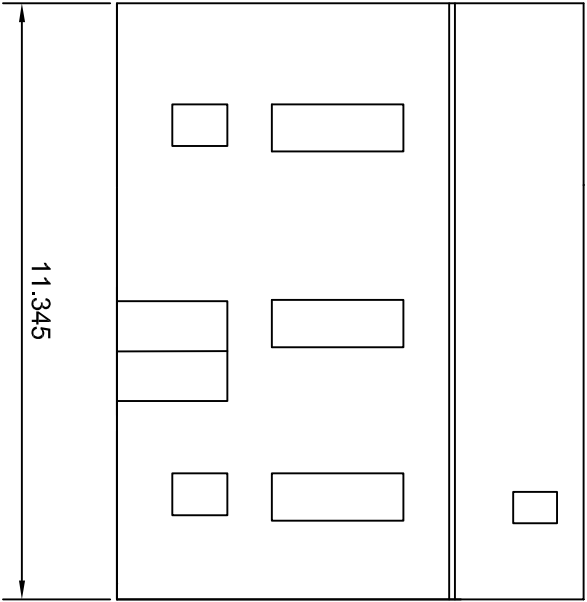
Pamplona, Abril de 2013




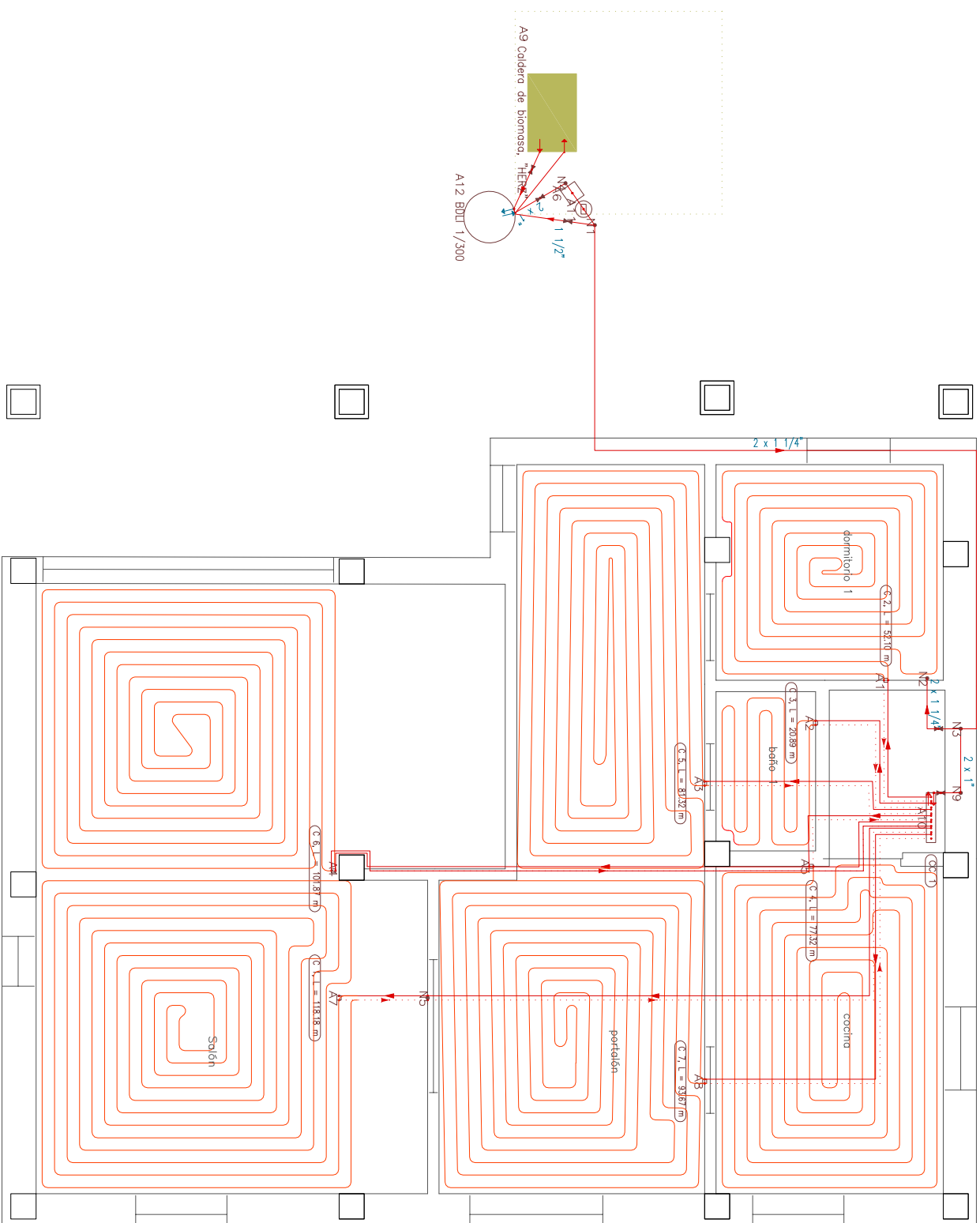




Superficies	
superficie útil	263,33 m2
superficie construida	338,25 m2
superficie parcela	497 m2

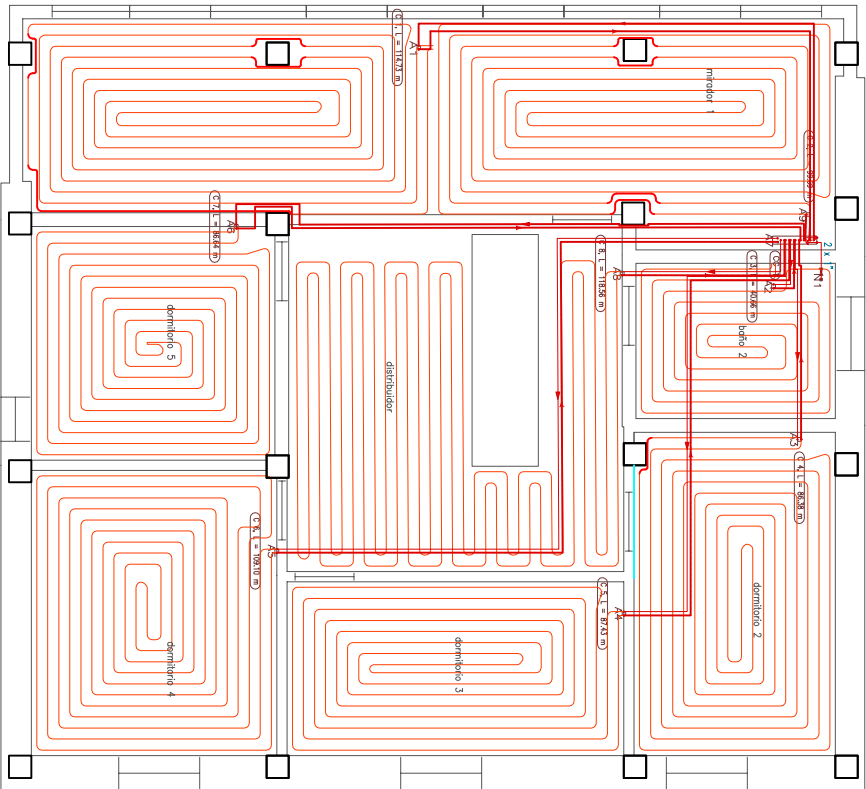
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
PROYECTO: <b>Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar</b>		REALIZADO: <b>De Viguiri Apesteguía, Xabier</b>		FIRMA:	
PLANO: emplazamiento de la vivienda		FECHA: 17/03/2013	ESCALA: 1/1500	Nº PLANO: <b>1</b>	



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar		REALIZADO: De Viguri Apesteguía, Xabier		FIRMA:	
PLANO: alzado, perfiles y planta del unifamiliar		FECHA: 17/03/2013	ESCALA: 1/200	Nº PLANO: 2	



 <p> <b>Universidad Pública</b>  de Navarra  <i>Nafarroako</i>  <i>Unibertsitate Publikoa</i> </p>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>		
<b>PROYECTO:</b> <b>Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar</b>			<b>REALIZADO:</b> <b>De Viguri Apesteguía, Xabier</b>
<b>PLANO:</b> <b>Planta baja con suelo radiante, geotermia</b>			<b>FIRMA:</b>
<b>FECHA:</b> 17/03/2013	<b>ESCALA:</b> 1/100	<b>Nº PLANO:</b> 3	

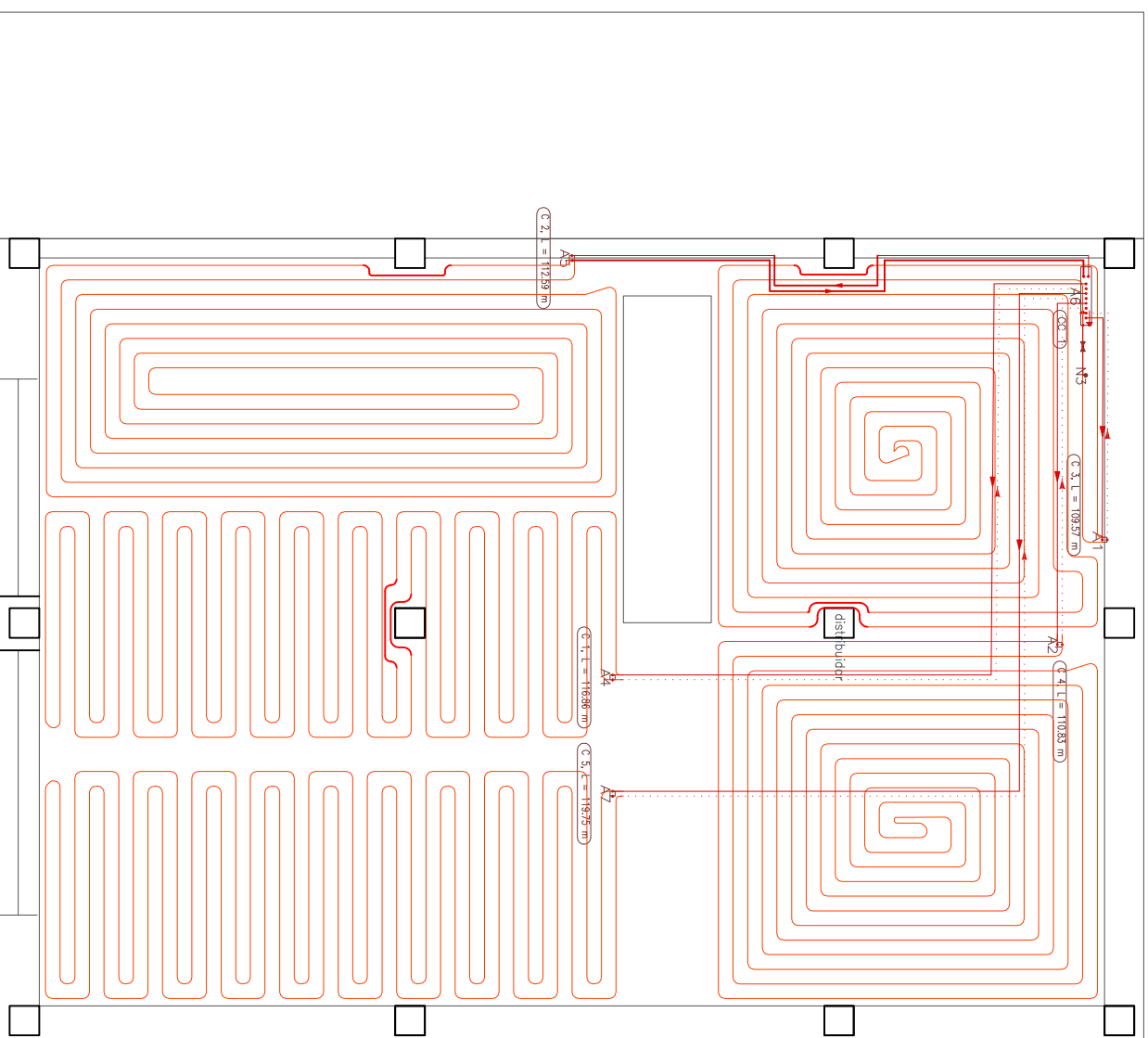



	Universidad Pública de Navarra	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	Nafarroako Unibertsitate Publikoa		

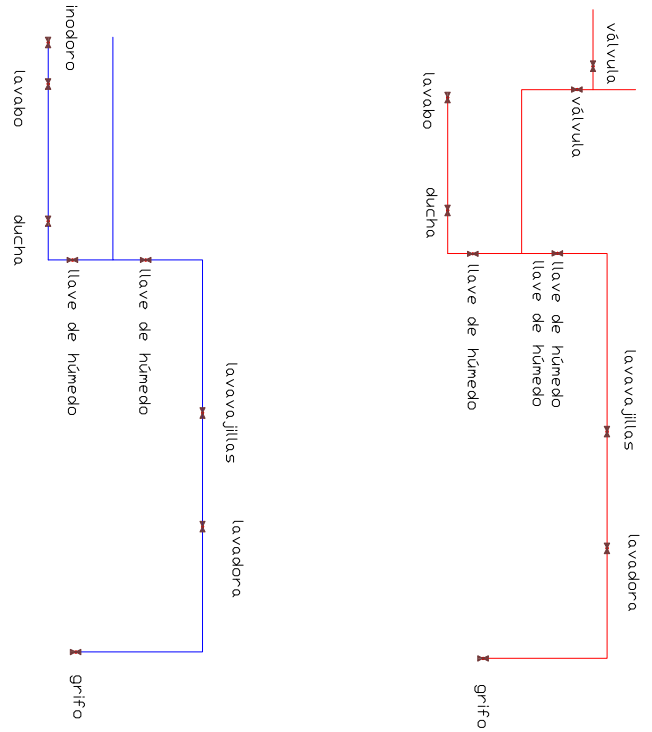
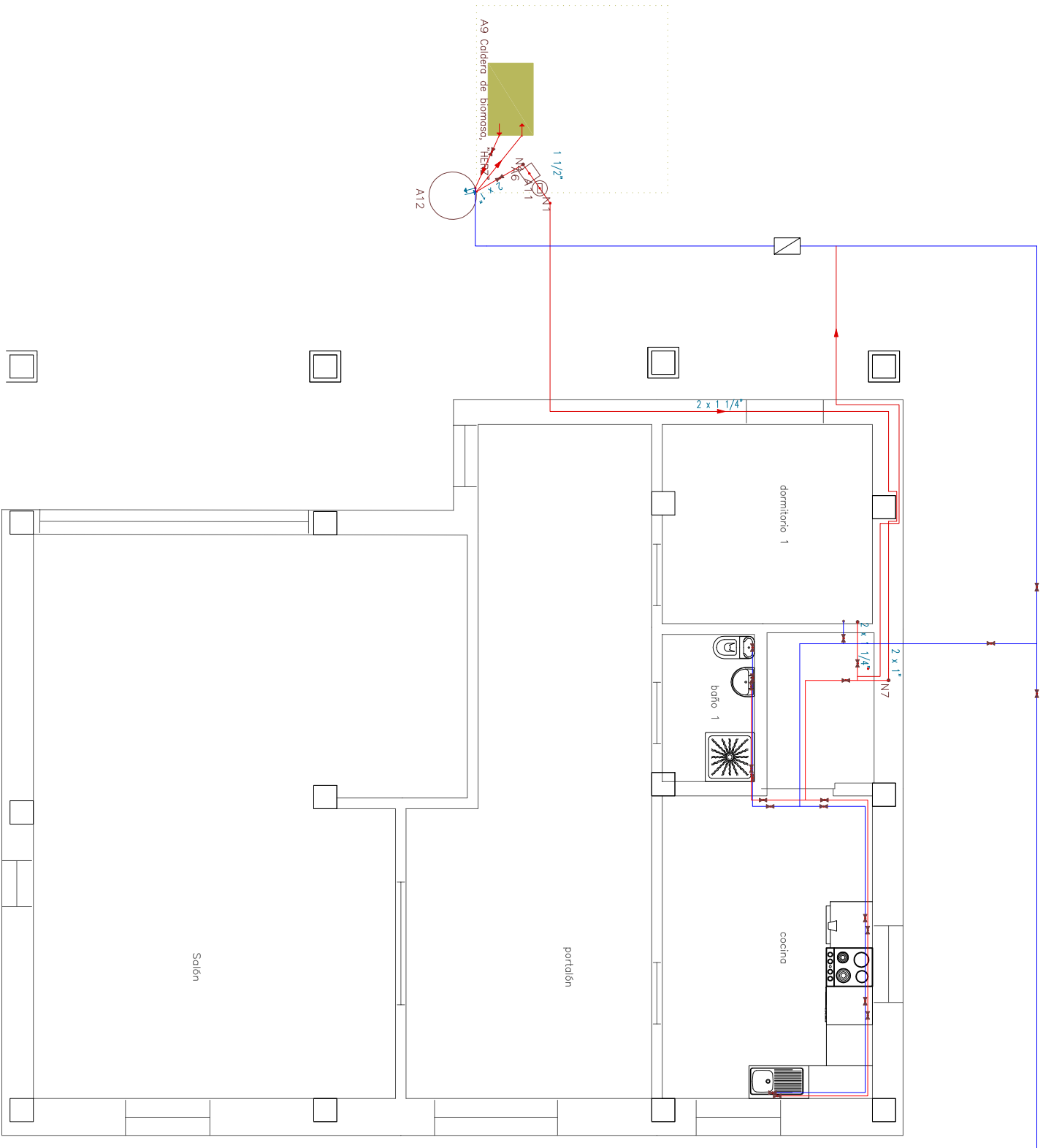
<b>PROYECTO:</b> Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar	<b>REALIZADO:</b> De Viguri Apestegui, Xabier


<b>PLANO:</b> primera planta con suelo radiante.	<b>FECHA:</b> 17/03/2013	<b>ESCALA:</b> 1/100	<b>Nº PLANO:</b> 4
-----------------------------------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------

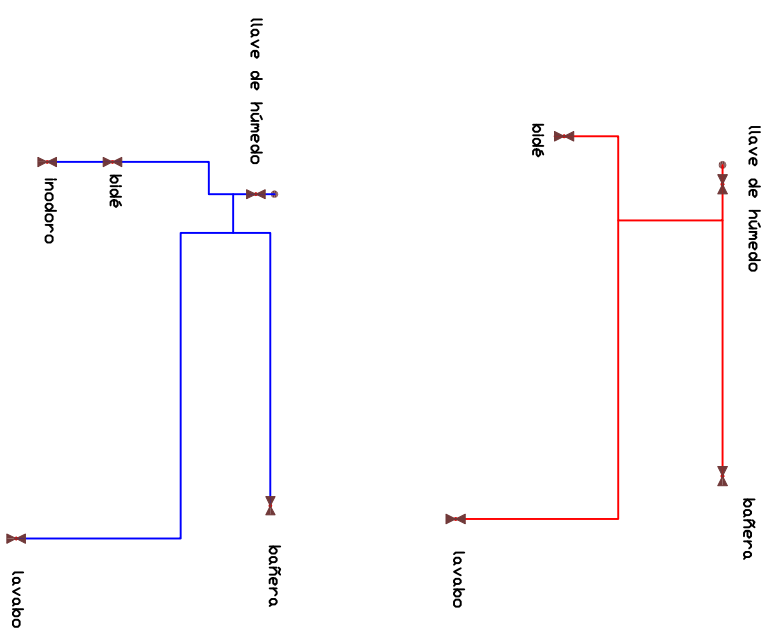
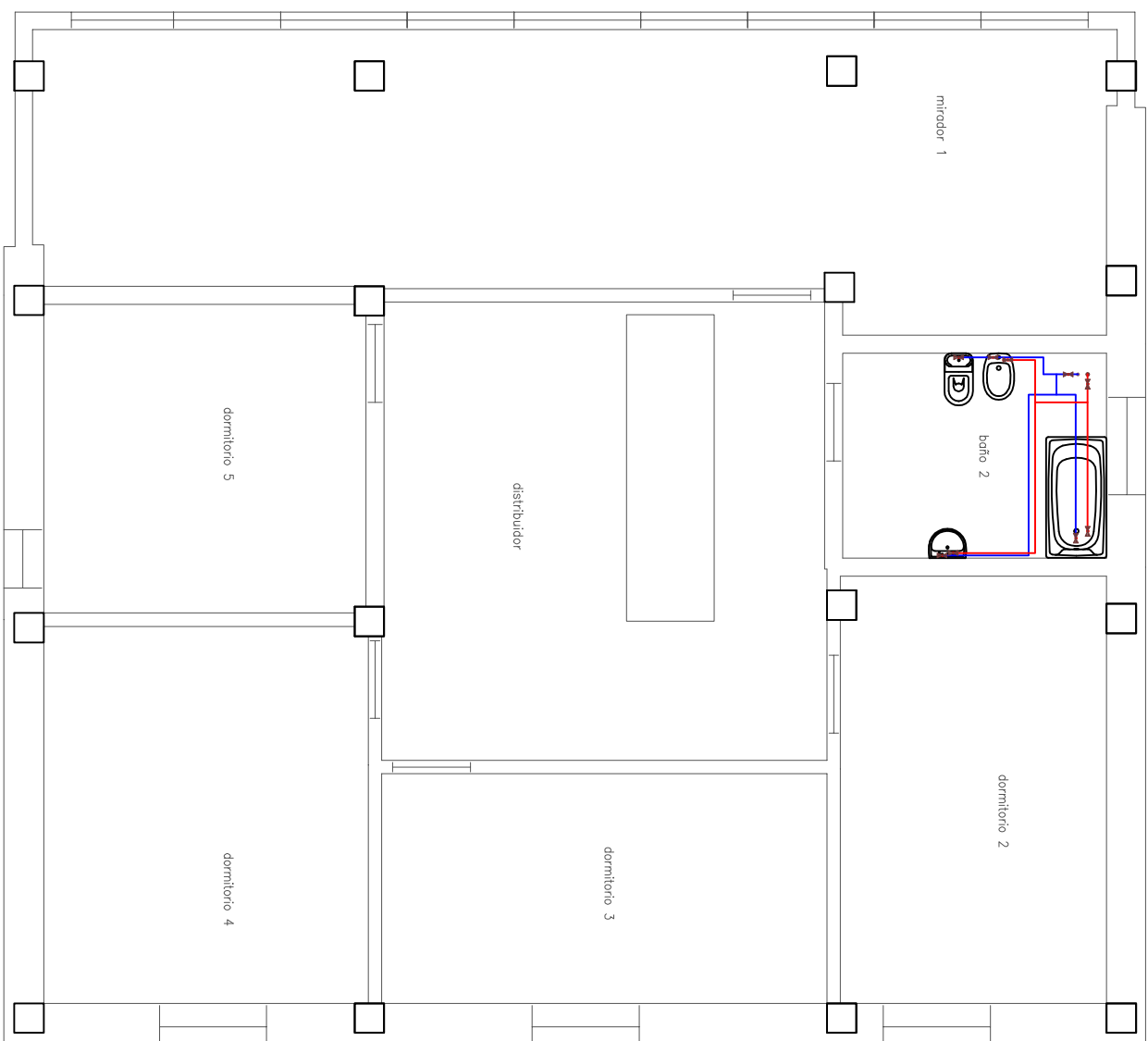





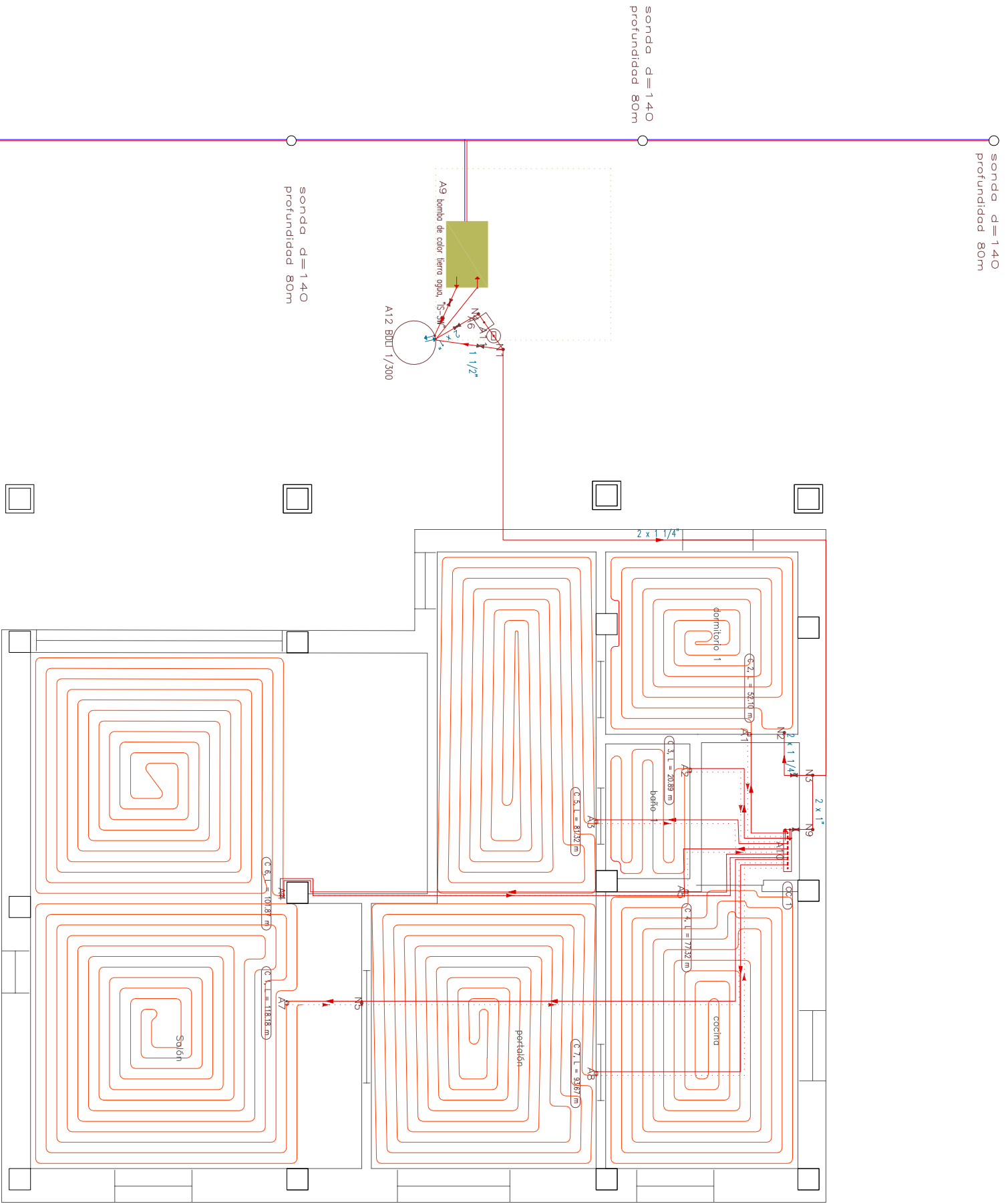
 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>		<p>DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b></p>
	<p><b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b></p>		
<p>PROYECTO: <b>Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar</b></p>			<p>REALIZADO: <b>De Viguri Apesteguía, Xabier</b></p>
<p>PLANO: <b>bajocubierta con suelo radiante</b></p>			<p>FIRMA:</p>
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
17/03/2013	1/100	5	




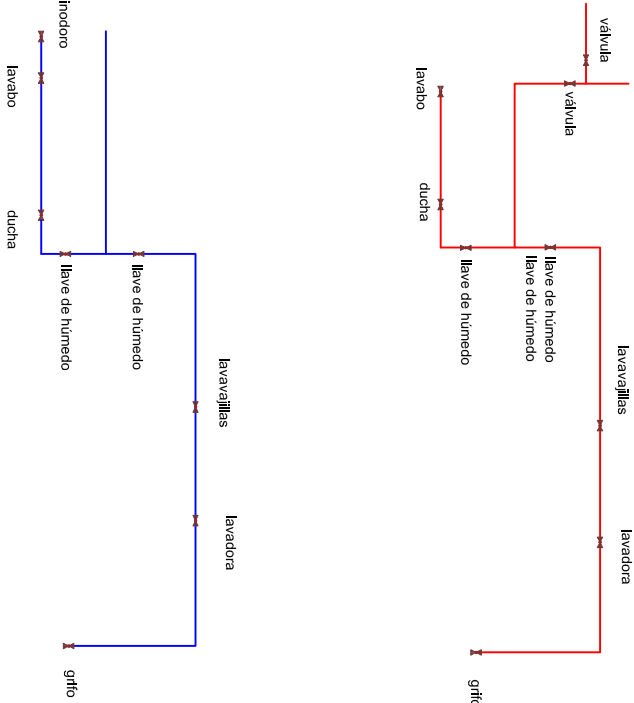
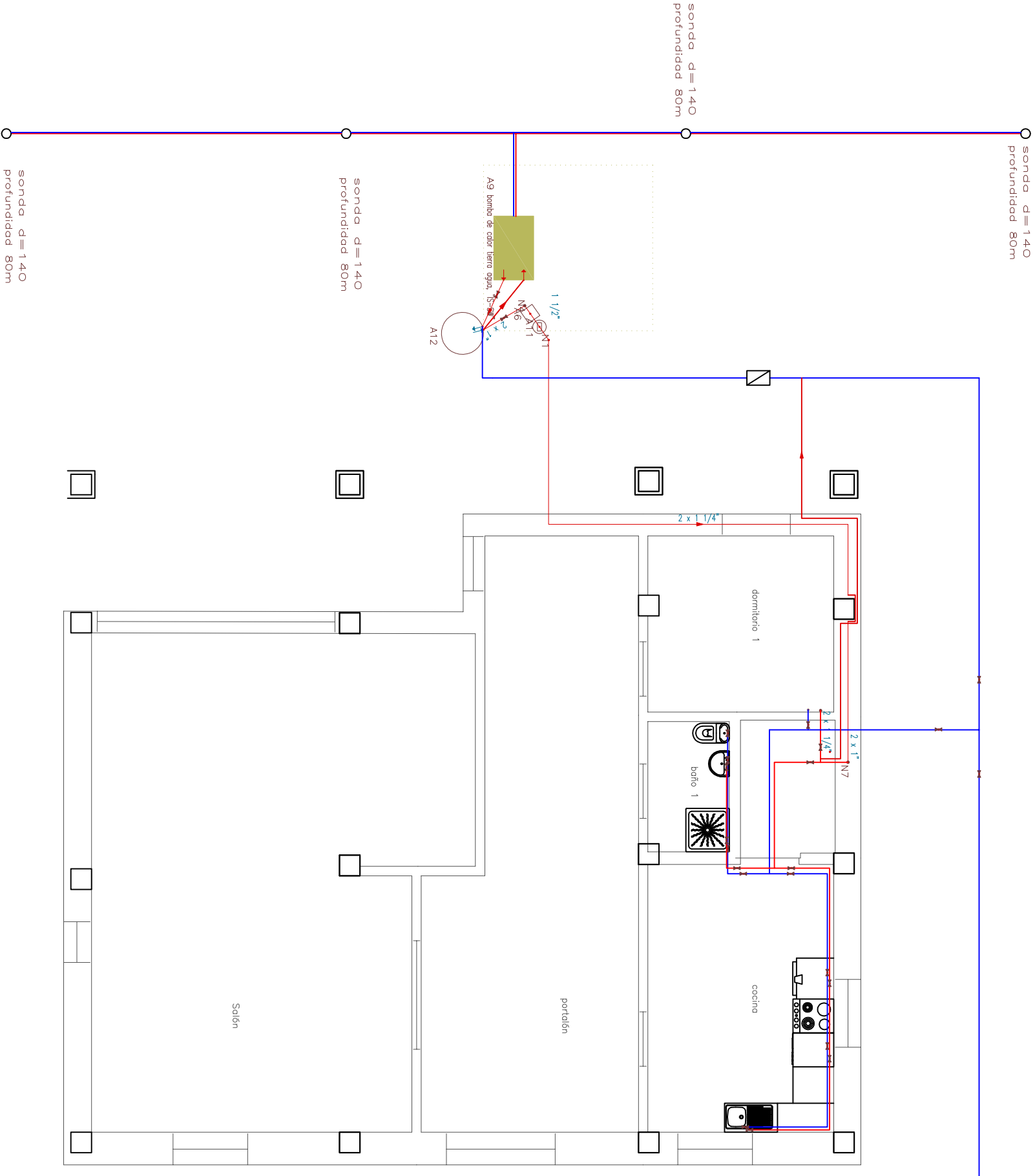
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar		REALIZADO: De Viguri Apesteguía, Xabier		FIRMA:	
PLANO: planta baja A.C.S. Biomasa		FECHA: 17/03/2013		ESCALA: 1/100	
				Nº PLANO: 6	




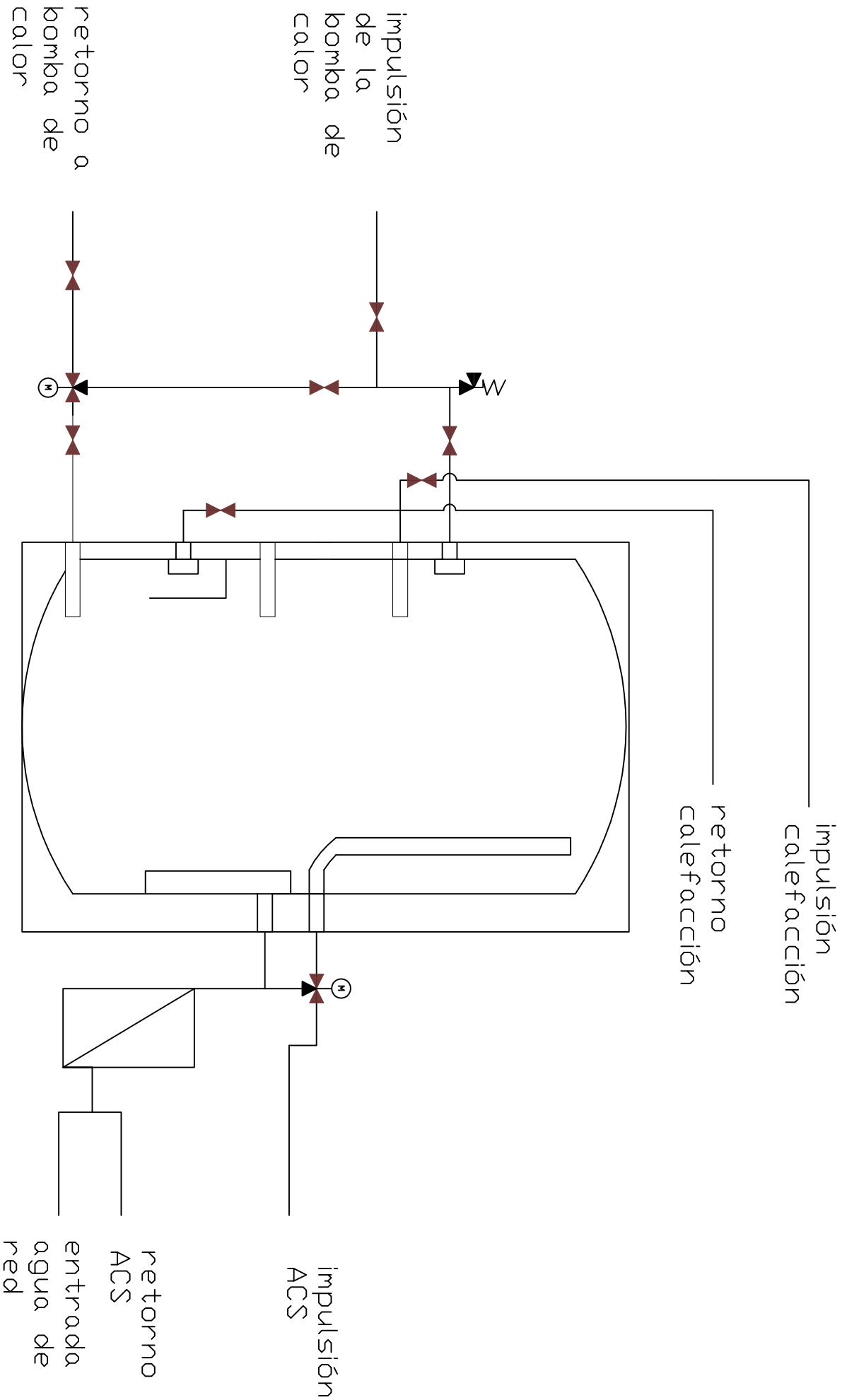
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar</b>		
PLANO: <b>primera planta A.C.S.</b>	FECHA: 17/03/2013	ESCALA: 1/100	Nº PLANO: 7
REALIZADO: <b>De Vigniri Apesteguia, Xabier</b>			
FIRMA:			





	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar		REALIZADO: De Viguri Apesteguía, Xabier		FIRMA:	
PLANO: planta baja con suelo radiante, Geotermia		FECHA: 17/03/2013	ESCALA: 1/100	Nº PLANO: 8	Firma	



		Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE	
Unibertsitate Publikoa		Nafarroako		INGENIERO		PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:		Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar		REALIZADO:		De Viguri Apesteguía, Xabier	
PLANO:		planta baja A.C.S. geotermia		FIRMA:		FECHA:	
						17/03/2013	
						ESCALA:	
						1/100	
						Nº PLANO:	
						9	



leyenda	
	válvula
	mezclador del circuito
	estación de agua corriente
	válvula de seguridad

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: Estudio comparativo entre un sistema de biomasa y uno de geotermia para la producción de A.C.S. y calefacción de un unifamiliar		REALIZADO: De Viguri Apesteguía, Xabier		FIRMA:   <small>Universidad Pública de Navarra</small>	
PLANO: esquema acumulador de inercia		FECHA: 17/03/2013	ESCALA:	Nº PLANO 10		



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	6
OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES .....	6
ÁMBITO DE APLICACIÓN. ....	6
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	6
NORMATIVA, REGLAMENTOS Y LEYES UTILIZADAS .....	7
DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	8
CONTRATO DE OBRA.....	8
DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA .....	8
PROYECTO ARQUITECTÓNICO .....	8
REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA .....	9
FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA .....	9
JURISDICCIÓN COMPETENTE.....	10
RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA .....	10
ACCIDENTES DE TRABAJO .....	10
DAÑOS Y PERJUICIOS A TERCEROS .....	11
ANUNCIOS Y CARTELES.....	11
COPIA DE DOCUMENTOS .....	11
SUMINISTRO DE MATERIALES .....	12
HALLAZGOS.....	12
CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.....	12
OMISIONES: BUENA FE .....	13
DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS	
AUXILIARES.....	13
ACCESOS Y VALLADOS .....	13
REPLANTEO .....	14
INICIO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	14
ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	15
FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS .....	15
AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA	
MAYOR.....	15
INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DEL	
PROYECTO.....	16



PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.....	16
RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.....	17
TRABAJOS DEFECTUOSOS .....	17
VICIOS OCULTOS .....	18
PROCEDENCIA DE MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS .....	18
PRESENTACIÓN DE MUESTRAS .....	19
MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS DEFECTUOSOS .....	19
GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS .....	19
LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	20
OBRAS SIN PRESCRIPCIONES EXPLÍCITAS .....	20
DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS .....	21
CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	21
RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	22
DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	23
MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA .....	23
PLAZO DE GARANTÍA .....	23
CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE .....	23
RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	24
PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	24
RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA	24
DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN .....	25
EL PROMOTOR .....	25
EL PROYECTISTA .....	26
EL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	26
EL DIRECTOR DE OBRA .....	26
EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	27
LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN....	27
LOS SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS .....	27
AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA SEGÚN LEY 38/1999 (L.O.E.).....	28
AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD SEGÚN R.D. 1627/1997 .....	28

AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN R.D. 105/2008 .....	28
LA DIRECCIÓN FACULTATIVA .....	28
VISITAS FACULTATIVAS .....	28
OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES .....	29
EL PROMOTOR .....	29
EL PROYECTISTA .....	30
EL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	31
EL DIRECTOR DE OBRA .....	34
EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	36
LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN.....	39
LOS SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS .....	39
LOS PROPIETARIOS Y LOS USUARIOS .....	39
DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO .....	40
LOS PROPIETARIOS Y LOS USUARIOS .....	40
DEFINICIÓN .....	41
CONTRATO DE OBRA .....	41
CRITERIO GENERAL .....	42
FIANZAS .....	42
EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.....	42
DEVOLUCIÓN DE LAS FIANZAS .....	42
DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES.....	43
DE LOS PRECIOS .....	43
PRECIO BÁSICO.....	43
PRECIO UNITARIO .....	43
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) .....	45
PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	45
RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS .....	46
FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS .....	46
DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS .....	46
ACOPIO DE MATERIALES .....	47
OBRAS POR ADMINISTRACIÓN .....	47

VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	47
FORMA Y PLAZOS DE ABONO DE LAS OBRAS .....	47
RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES .....	48
MEJORA DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS .....	49
ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.....	49
ABONO DE TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS .....	49
ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA ..	49
INDEMNIZACIONES MUTUAS .....	50
INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.....	50
DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROMOTOR.....	50
VARIOS.....	50
MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA.....	50
UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS .....	51
SEGURO DE LAS OBRAS .....	51
CONSERVACIÓN DE LA OBRA .....	51
USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROMOTOR.....	51
PAGO DE ARBITRIOS .....	52
RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA .....	52
PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA .....	52
LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS.....	53
LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA .....	53
CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	54
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE AGUA .....	54
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DEL SUELO RADIANTE ....	67
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA .....	73
PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA .....	78

## 4.1. INTRODUCCIÓN

### 4.1.1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

### 4.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente documento se extiende a cada uno de los componentes que forman parte de la instalación.

En el presente documento se indican los certificados oficiales exigibles previo al suministro de los materiales en los cuales la dirección de la obra puede realizar los ensayos oportunos para certificar que la calidad de los materiales suministrados corresponde con la avalada en las certificaciones que aporta el fabricante del material.

Este documento también recoge las certificaciones a realizar referentes al funcionamiento de la instalación con los resultados consignados en acta firmada por el director facultativo de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de la obra.

Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc., serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto ya incluido.

Se entiende que el contratista conoce y acepta en su totalidad las condiciones presentadas en el presente pliego de condiciones antes de empezar la obra.

### 4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como ya se ha descrito en la Memoria el proyecto consiste en la instalación de un sistema de climatización/calefacción y A.C.S. obtenidas mediante dos tipos de energías renovables, biomasa y geotermia.

La descripción y características del presente proyecto están reflejadas en los documentos Memoria, Cálculos y Planos. Las obras que comprenden el proyecto deberán ajustarse a las condiciones señaladas en este pliego.

Tanto la el calentamiento del agua para la calefacción como el calentamiento para el A.C.S. se realizarán mediante una instalación de geotermia o una de biomasa.

El A.C.S. debe ser almacenada a una temperatura mínima de 60 °C en el acumulador de inercia y no bajar de 50 °C en ningún punto del circuito. La distribución del agua se realiza por medio de una tubería de ida y otra de retorno de manera que el agua circule constantemente y así mantener su temperatura.

#### 4.1.4. NORMATIVA, REGLAMENTOS Y LEYES UTILIZADAS

Para la realización del proyecto nos hemos basado en las siguientes normativas, reglamentos y leyes:

- Código Técnico de Edificación (C.T.E.): DB-HE 1: Ahorro de energía. Limitación de demanda energética
- Código Técnico de Edificación (C.T.E.): DB-HS 4: Salubridad. Suministro de agua.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios(R.I.T.E.):1.2 Exigencias de la eficiencia energética
  - o IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío
  - o IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos
  - o IT 1.2.4.3 Control
  - o IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos
  - o IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables
- Real Decreto 1627/1997
- Real Decreto 515/1989
- Real Decreto 1098/2001
- Real Decreto 105/2008
- Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.)
- Normas U.N.E.

## **4.2. DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL**

### **4.2.1. CONTRATO DE OBRA**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

### **4.2.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA**

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra.

El presente Pliego de Condiciones.

La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

### **4.2.3. PROYECTO ARQUITECTÓNICO**

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.

El Libro de Órdenes y Asistencias.

El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.

El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.

El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.

Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

Licencias y otras autorizaciones administrativas.

#### 4.2.4. REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

#### 4.2.5. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

La comunicación de la adjudicación.

La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### 4.2.6. JURISDICCIÓN COMPETENTE

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### 4.2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### 4.2.8. ACCIDENTES DE TRABAJO

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.



Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### 4.2.9. DAÑOS Y PERJUICIOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### 4.2.10. ANUNCIOS Y CARTELES

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### 4.2.11. COPIA DE DOCUMENTOS

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### 4.2.12. SUMINISTRO DE MATERIALES

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### 4.2.13. HALLAZGOS

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

#### 4.2.14. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

a) La muerte o incapacitación del Contratista.

b) La quiebra del Contratista.

c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.

b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo

a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.

- e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- h) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- i) La mala fe en la ejecución de la obra.

#### 4.2.15. OMISIONES: BUENA FE

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

### 4.3. DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

#### 4.3.1. ACCESOS Y VALLADOS

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

#### 4.3.2. REPLANTEO

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

#### 4.3.3. INICIO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.

Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.

Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.

Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.

Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.

Libro de Órdenes y Asistencias.

Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

#### 4.3.4. ORDEN DE LOS TRABAJOS

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

#### 4.3.5. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### 4.3.6. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo

importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### 4.3.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### 4.3.8. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### 4.3.9. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

#### 4.3.10. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

#### 4.3.11. VICIOS OCULTOS

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### 4.3.12. PROCEDENCIA DE MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.



#### 4.3.13. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### 4.3.14. MATERIALES, APARATOS Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### 4.3.15. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

#### 4.3.16. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### 4.3.17. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES EXPLÍCITAS

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

#### **4.4. DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS**

##### **4.4.1. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL**

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

Las partes que intervienen.

La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

El coste final de la ejecución material de la obra.

La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha

indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### 4.4.2. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 4.4.3. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

#### 4.4.4. MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### 4.4.5. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

#### 4.4.6. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

#### 4.4.7. RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

#### 4.4.8. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 4.4.9. RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

#### **4.5. DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

##### **4.5.1. EL PROMOTOR**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

#### 4.5.2. EL PROYECTISTA

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

#### 4.5.3. EL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

**CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.**

#### 4.5.4. EL DIRECTOR DE OBRA

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.



#### 4.5.5. EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estime necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

#### 4.5.6. LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

#### 4.5.7. LOS SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

**4.6. AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA SEGÚN LEY 38/1999 (L.O.E.)**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

**4.7. AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD SEGÚN R.D. 1627/1997**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

**4.8. AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN R.D. 105/2008**

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

**4.9. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

**4.10. VISITAS FACULTATIVAS**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en

función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

#### **4.11. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES**

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

##### **4.11.1. EL PROMOTOR**

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de

las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

#### 4.11.2. EL PROYECTISTA

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo

alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### 4.11.3. EL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el

estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto,

ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de

dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### 4.11.4. EL DIRECTOR DE OBRA

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.



Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se

materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### 4.11.5. EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a la especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### 4.11.6. LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### 4.11.7. LOS SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### 4.11.8. LOS PROPIETARIOS Y LOS USUARIOS

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

#### **4.12. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO**

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el **Libro del Edificio**, será entregada a los usuarios finales del edificio.

##### **4.12.1. LOS PROPIETARIOS Y LOS USUARIOS**

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

#### 4.13. DEFINICIÓN

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

#### 4.14. CONTRATO DE OBRA

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

#### **4.15. CRITERIO GENERAL**

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

#### **4.16. FIANZAS**

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

##### **4.16.1. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

##### **4.16.2. DEVOLUCIÓN DE LAS FIANZAS**

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.



#### 4.16.3. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### 4.17. DE LOS PRECIOS

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### 4.17.1. PRECIO BÁSICO

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

#### 4.17.2. PRECIO UNITARIO

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes

de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### 4.17.3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### 4.17.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### 4.17.5. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### 4.17.6. FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### 4.17.7. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### 4.17.8. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

#### 4.18. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

#### 4.19. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

##### 4.19.1. FORMA Y PLAZOS DE ABONO DE LAS OBRAS

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

#### 4.19.2. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### 4.19.3. MEJORA DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### 4.19.4. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### 4.19.5. ABONO DE TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### 4.19.6. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los

precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## **4.20. INDEMNIZACIONES MUTUAS**

### **4.20.1. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS**

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

### **4.20.2. DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROMOTOR**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

## **4.21. VARIOS**

### **4.21.1. MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.



En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### 4.21.2. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### 4.21.3. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 4.21.4. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 4.21.5. USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROMOTOR

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### 4.21.6. PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

#### 4.22. RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

#### 4.23. PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

#### **4.24. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

#### **4.25. LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA**

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## 4.26. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 4.26.1. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE AGUA

#### 4.26.1.1. UNIDAD DE OBRA IFA010: ACOMETIDA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 2 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por **tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro**, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 3/4" de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión **roscada**, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta **prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor**. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales, demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa **HM-20/P/20/I, protección de la tubería metálica con cinta anticorrosiva** y conexión a la red. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Instalación

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **Normas de la compañía suministradora.**

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el trazado de las zanjas corresponde con el de Proyecto. Se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de la acometida con otras instalaciones.

**PROCESO DE EJECUCIÓN****FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la cinta anticorrosiva en la tubería. Colocación de la tubería. Montaje de la llave de corte. Colocación de la tapa. Ejecución del relleno envolvente. Empalme de la acometida con la red general del municipio. Realización de pruebas de servicio.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La acometida tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

**PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.1.2.UNIDAD DE OBRA ICX020: CONTROL CENTRALIZADO PARA CALEFACCIÓN Y A.C.S.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **control centralizado de la instalación de calefacción y A.C.S., para caldera, catorce circuitos de radiadores y la producción de A.C.S., compuesto por central de regulación electrónica para calefacción y A.C.S., seis centrales de regulación y catorce módulos de ambiente para circuito de radiadores.** Totalmente montado, conexionado y probado.

##### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

- IT 1.2.4.3

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

###### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

##### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

###### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación y fijación de los elementos. Conexionado con la red eléctrica.

###### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Los circuitos y elementos quedarán convenientemente identificados.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.3. UNIDAD DE OBRA ICS090: CONTADOR DE AGUA.****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **contador de agua para calefacción de chorro único, con emisor de impulsos, para roscar, de 15 mm de diámetro nominal y temperatura máxima del líquido conducido 120°C**, incluso filtro retenedor de residuos, **válvulas de corte**, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

- CTE. DB HS Salubridad.
- IT 1.2.4.4

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA****DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

**PROCESO DE EJECUCIÓN****FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación del contador. Conexionado.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La conexión a la red será adecuada.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.4. UNIDAD DE OBRA ICE161: GRUPO DE IMPULSIÓN PARA COLECTOR, CON CENTRALITA PREMONTADA.****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **grupo de impulsión para control de la bomba de circulación y de la humedad en instalaciones de calefacción y refrigeración, con centralita, instalación en sala de calderas, válido para superficie de suelo radiante de hasta 125 m<sup>2</sup>, modelo CGP15, "UPONOR IBERIA", formado por centralita modelo C46 con sonda de temperatura exterior y sondas de temperatura de impulsión y retorno, circulador Alpha 2L 25-60 y válvula de 3 vías, con sonda de humedad y antena para conexión inalámbrica con sonda de humedad. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación **UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.**



**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA****DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.5. UNIDAD DE OBRA ICS080: PURGADOR DE AIRE****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C**; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA****DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

**PROCESO DE EJECUCIÓN****FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación del purgador. Conexionado.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La conexión a la red será adecuada.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.6. UNIDAD DE OBRA ICS010: TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización**, formada por **tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 3/4" DN 16 mm, 20 mm, 25 mm, 32 mm y 40 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color gris**. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– **CTE. DB HS Salubridad.**

– **IT 1.2.4.2**

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

### **PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

## **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### 4.26.1.7. UNIDAD DE OBRA ICS005: PUNTO DE LLENADO

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de calefacción, formado por 2 m de tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocada superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

###### DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

##### PROCESO DE EJECUCIÓN

###### FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

**PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.8. UNIDAD DE OBRA ICS015: PUNTO DE VACIADO****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de calefacción, formado por 2 m de tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocada superficialmente y válvula de corte. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA****DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

### **PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

## **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

### **4.26.1.9. UNIDAD DE OBRA ICS075: VÁLVULA.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **válvula de 3 vías de 1/2"**, mezcladora, con actuador de 220 V; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– CTE. DB HS Salubridad.

– IT 1.2.4.2

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

**PROCESO DE EJECUCIÓN****FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación de la válvula. Conexión de la válvula a los tubos.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La conexión a la red será adecuada.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.1.10. UNIDAD DE OBRA ICS075: VÁLVULA.****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/8"**; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– CTE. DB HS Salubridad.

**- IT 1.2.4.2**

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

**PROCESO DE EJECUCIÓN**

**FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación de la válvula. Conexión de la válvula a los tubos.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La conexión a la red será adecuada.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.



#### 4.26.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DEL SUELO RADIANTE

##### **4.26.2.1. UNIDAD DE OBRA ICE110: SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE, CON CAPA DE MORTERO.**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **sistema de calefacción y refrigeración por suelo radiante "ALB"**, formado por **film de polietileno de baja densidad, de 0,3 mm de espesor, panel aislante liso Difutec, de 1000x500 mm y 10 mm de espesor, de poliestireno expandido (EPS), autoextinguible (Euroclase F de reacción al fuego), de 30 kg/m<sup>3</sup> de densidad, con lámina superficial de aluminio, difusora del calor, de 0,25 mm de espesor, perfil autoadhesivo, rígido, para formación de junta de dilatación, tubo multicapa de polietileno de alta densidad/aluminio/polietileno resistente a la temperatura (PE-AD/Al/PE-RT), grapa de plástico de 10 mm de altura para fijación de tubo a panel liso y capa de mortero autonivelante de 5 cm de espesor, incluso piezas especiales**. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

#### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

##### **Instalación**

- UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.**
- IT 1.2.4.1**

#### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación. Se comprobará que todos los tabiques están levantados y que la red de desagües está acabada.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Preparación y limpieza de la superficie de apoyo. Replanteo de la instalación. Extendido de la barrera antihumedad. Fijación del zócalo perimetral. Colocación de los paneles. Replanteo de la tubería. Colocación y fijación de las tuberías. Vertido y extendido de la capa de mortero. Realización de pruebas de servicio.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La superficie acabada tendrá resistencia y planeidad.

### **PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

## **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.2.2.UNIDAD DE OBRA ICE100: COLECTOR PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **colector modular premontado de latón cromado, de 1" de diámetro, "ALB", para 5, 7 y 8 circuitos, formado por un colector de ida, con caudalímetros para la regulación y el equilibrado de los circuitos, y un colector de retorno con llaves de corte y adaptadores para el montaje de los cabezales electrotérmicos, con adaptadores para tubo de 17 mm de diámetro y 2 mm de espesor, un racor intermedio para cada colector con un purgador de aire manual, termómetro y llave de llenado y vaciado, y llaves de corte rectas, de 1"x26 mm de diámetro, con termómetro, termómetro en cada una de las derivaciones del colector de retorno, coquillas de espuma elastomérica, para colectores de 5 salidas y 1" de diámetro, coquillas de espuma elastomérica para terminales de colectores de 1" de diámetro, montado en armario para colector, de chapa metálica esmaltada en blanco, de 600x500x110 mm. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).**

##### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

- UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.**

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

###### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación. Se comprobará que todos los tabiques están levantados y que la red de desagües está acabada.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.

**PRUEBAS DE SERVICIO.**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB HS Salubridad

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**4.26.2.3. TUBOS DE POLIETILENO****4.26.2.3.1. Condiciones de suministro**

- Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.
- Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.
- Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.
- Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.
- Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.

- Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.
- Los tubos y accesorios deben descargarse cuidadosamente.

#### 4.26.2.3.2. **Recepción y control**

- Documentación de los suministros:
  - Los tubos y accesorios deben estar marcados, a intervalos máximos de 1 m para tubos y al menos una vez por tubo o accesorio, con:
    - Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
    - La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
  - Los caracteres de marcado deben estar etiquetados, impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra.
  - El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente sobre la aptitud al uso del elemento.
  - Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del elemento.
  - El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.
  - Los tubos y accesorios certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.
  - Los accesorios de fusión o electrofusión deben estar marcados con un sistema numérico, electromecánico o autorregulado, para reconocimiento de los parámetros de fusión, para facilitar el proceso. Cuando se utilicen códigos de barras para el reconocimiento numérico, la etiqueta que le incluya debe poder adherirse al accesorio y protegerse de deterioros.
  - Los accesorios deben estar embalados a granel o protegerse individualmente, cuando sea necesario, con el fin de evitar deterioros y contaminación; el embalaje debe llevar al menos una etiqueta con el nombre del fabricante, el tipo y dimensiones del artículo, el número de unidades y cualquier condición especial de almacenamiento.

- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 4.26.2.3.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

- Debe evitarse el daño en las superficies y en los extremos de los tubos y accesorios.
- Debe evitarse el almacenamiento a la luz directa del sol durante largos periodos de tiempo.
- Debe disponerse de una zona de almacenamiento que tenga el suelo liso y nivelado o un lecho plano de estructura de madera, con el fin de evitar cualquier curvatura o deterioro de los tubos.
- Los tubos con embocadura y con accesorios montados previamente se deben disponer de forma que estén protegidos contra el deterioro y los extremos queden libres de cargas, por ejemplo, alternando los extremos con embocadura y los extremos sin embocadura o en capas adyacentes.
- Los tubos en rollos se deben almacenar en pisos apilados uno sobre otro o verticalmente en soportes o estanterías especialmente diseñadas para este fin.
- El desenrollado de los tubos debe hacerse tangencialmente al rollo, rodándolo sobre sí mismo. No debe hacerse jamás en espiral.
- Debe evitarse todo riesgo de deterioro llevando los tubos y accesorios sin arrastrar hasta el lugar de trabajo.
- Debe evitarse cualquier indicio de suciedad en los accesorios y en las bocas de los tubos, pues puede dar lugar, si no se limpia, a instalaciones defectuosas. La limpieza del tubo y de los accesorios se debe realizar siguiendo las instrucciones del fabricante.

- El tubo se debe cortar con su correspondiente cortatubos.

#### 4.26.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA

##### 4.26.3.1. UNIDAD DE OBRA ICQ015: CALDERA PARA LA COMBUSTIÓN DE PELLETS.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de **caldera para la combustión de pellets, potencia útil de 5,9 a 19,5 kW, modelo HPK-RA 19,5 "GILLES", con quemador de pellets modulante (30% de la potencia nominal) con ignición automática, intercambiador horizontal de chapa reforzada sin soldadura con limpieza totalmente automatizada mediante tornillos individuales, cuerpo de caldera de chapa de acero St.37.2 de 6 mm de espesor con soldaduras libres de tensión, puerta frontal aislada térmicamente, aislamiento térmico de 70 mm de espesor, descarga automática de las cenizas, integrada en la base, ventilador para salida de humos, rueda celular para prevención del retroceso de llama al silo de pellets, cuadro eléctrico para instalación en pared y control del sistema de calefacción mediante sonda de temperatura exterior, para dos circuitos de calefacción de temperatura variable y un circuito de A.C.S., con sistema neumático para pellets, con contenedor, para colocación sobre el quemador de la caldera, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.**

#### NORMATIVA

Instalación

– IT 1.2.4.1

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada y acondicionada.

### **DEL CONTRATISTA.**

Coordinará al instalador de la caldera con los instaladores de otras instalaciones que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo mediante plantilla. Presentación de los elementos. Montaje de la caldera y sus accesorios. Conexión con las redes de conducción de agua, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión. Replanteo y ejecución del desagüe. Puesta en marcha.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Quedará fijada sólidamente en bancada o paramento y con el espacio suficiente a su alrededor para permitir las labores de limpieza y mantenimiento.

### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

## **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.



#### **4.26.3.2. UNIDAD DE OBRA ICQ060: DEPÓSITO PREFABRICADO PARA ALMACENAJE DE PELLETS.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **depósito de superficie para almacenaje de pellets, de lona, con estructura de acero, de 1,18x1,18x2,28 m, con capacidad para 1,4 t, modelo M118 "HERZ"**. Totalmente montado, conexionado y probado.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada y acondicionada.

##### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Colocación del depósito. Conexión al sistema de extracción.

##### **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.3.3.UNIDAD DE OBRA ICQ030: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PELLETS, PARA CALDERA DE BIOMASA.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **alimentador de pellets, estándar, apto para caldera de biomasa de la serie HPK-RA de potencia entre 12,5 y 40 kW, con tornillo sinfín en conducto abierto de 2 m de longitud, motor eléctrico libre de mantenimiento de 0,05 kW de potencia nominal y 230 V de tensión, "GILLES", con soportes, juntas reforzadas y conexión superior con el quemador de la caldera.** Totalmente montado, conexionado y probado.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada y acondicionada.

##### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

###### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo. Conexionado de los elementos a la red.

###### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Quedará fijada sólidamente en bancada o paramento y con el espacio suficiente a su alrededor para permitir las labores de limpieza y mantenimiento.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

## **COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

### **4.26.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA**

#### **4.26.4.1. UNIDAD DE OBRA ICU010: SONDA GEOTÉRMICA VERTICAL.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro de sonda geotérmica para instalación vertical, de 80 m de longitud y 118 mm de diámetro, formada por dos sondas, estando formada cada sonda por un tubo de polietileno de alta densidad (PE 100) de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor, SDR11, y un pie con forma de V, al que se sueldan los tubos, peso de la sonda 985,5 kg, temperatura de trabajo entre -20°C y 30°C, suministrada en rollos, con tubo de inyección, conjunto de dos piezas en Y, distanciadores para tubos, llenado de la tubería con solución anticongelante y mortero preparado de bentonita y cemento.

##### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

- IT 1.2.4.2.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

###### **DEL CONTRATISTA.**

Presentará prueba documental de la capacidad técnica de la empresa ejecutora.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.4.2. UNIDAD DE OBRA ICU002: SONDEO GEOTÉRMICO.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

**Perforación del terreno con máquina dotada de doble cabezal, para la realización de 4 sondeos de 80 m de profundidad y diámetro entre 130 y 180 mm, con entubación recuperable en terrenos inestables, extracción del varillaje y de la herramienta de perforación, introducción de la sonda geotérmica acompañada del tubo de inyección y las pesas necesarias para el lastrado de la sonda mediante utilización de guía mecánica para desenrollar la sonda, inyección del mortero y extracción de la tubería recuperable. Incluso p/p de conducción del detritus de perforación mediante sistema Preventer a través de mangueras hasta contenedores. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio, de presión y circulación según norma VDI 4640 (DIN V 4279-7). No están incluidos en este precio ni el suministro del mortero geotérmico ni el de la sonda geotérmica.**

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL CONTRATISTA.**

Presentará prueba documental de la capacidad técnica de la empresa ejecutora.

##### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Perforación del terreno. Extracción del varillaje de perforación. Introducción de la sonda con el tubo de inyección. Inyección del mortero geotérmico. Extracción de la tubería de revestimiento. Realización de las pruebas de servicio.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud total de la sonda geotérmica introducida verticalmente en el terreno.

#### **4.26.4.3. UNIDAD DE OBRA ICU001: TRANSPORTE Y RETIRADA DE EQUIPO COMPLETO PARA SONDEO GEOTÉRMICO.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

**Desplazamiento, montaje, desmontaje y retirada de la obra de equipo completo para la perforación, inyección y colocación de sondas geotérmicas formado por: equipo de perforación, compresor, bomba de agua (lodos), equipo de inyección, equipo para movimiento de material en obra, varillaje, entubación recuperable, mangueras, herramientas de perforación y de introducción de las sondas, y demás equipos auxiliares. Incluso p/p de desplazamiento del personal especializado y transporte de materiales.**

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

###### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el acceso a la obra es el adecuado y se dispone de la correspondiente plataforma de trabajo.

##### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

###### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Transporte a la obra. Montaje del equipo. Desmontaje del equipo. Retirada del equipo.

##### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Completa retirada del equipo utilizado.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.4.4. UNIDAD DE OBRA ICU020: ARQUETA PREFABRICADA CON COLECTOR.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro y colocación de **arqueta para la conexión de sondas geotérmicas, prefabricada, de polietileno (PE), dimensiones exteriores 1000x800x1150 mm, con tapa, conexiones de 63 mm de diámetro y 5,8 mm de espesor con la bomba de calor geotérmica y de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor con las sondas geotérmicas, para 4 circuitos, de 53,7 kg, con colector formado por módulo de impulsión y módulo de retorno, de 1 1/4", con caudalímetro para cada circuito, llave de corte en cada módulo y purgador de aire, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.** Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

##### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Conexionado de todos los circuitos. Realización de pruebas de servicio. Colocación de la tapa. Carga de escombros sobre camión o contenedor.

##### **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y obturaciones.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

#### **4.26.4.5.UNIDAD DE OBRA ICU040: TUBERÍA PARA CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.**

##### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de tubería **para circuito de conexión de bomba de calor con colector, enterrada**, formada por **tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas azules, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, SDR11, PN=16 atm, llenado de la tubería con solución anticongelante**. Incluso accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora.

##### **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– IT 1.2.4.2.

##### **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

##### **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

###### **DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

###### **DEL CONTRATISTA.**

Presentará prueba documental de la capacidad técnica de la empresa ejecutora.

##### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

###### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de la tubería, accesorios y piezas especiales. Conexionado de todos los circuitos. Realización de pruebas de servicio.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**4.26.4.6. UNIDAD DE OBRA ICU100: GRUPO DE IMPULSIÓN CON CENTRALITA, PARA REFRIGERACIÓN PASIVA (FREE-COOLING).****CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **grupo de impulsión, para refrigeración pasiva (free-cooling)**, en instalación de geotermia, formado por bomba de circulación Grundfos Alpha 2L 25-60, centralita para regulación de la temperatura de impulsión, válvula de 3 vías con servomotor, intercambiador de placas, conexiones de 1 1/4" de diámetro con el circuito primario, válvulas de corte de 1" de diámetro con termómetros en las conexiones con el circuito secundario, sonda de temperatura de impulsión y sonda de temperatura exterior, con kit de control termostático, termostato de control vía radio y sonda de humedad con conexión inalámbrica. Totalmente montado, conexionado y probado.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– IT 1.2.4.1.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.



## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

## **FASES DE EJECUCIÓN.**

Colocación y fijación del grupo de impulsión. Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

### **4.26.4.7. UNIDAD DE OBRA ICV210: UNIDAD TIERRA-AGUA BOMBA DE CALOR REVERSIBLE, GEOTÉRMICA, PARA INSTALACIÓN EN INTERIOR.**

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Suministro e instalación de **unidad tierra-agua bomba de calor reversible, geotérmica, IMMO-SOLAR, modelo IS-SW 22 kW r.a para instalación en interior, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 22 kW (temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C, temperatura de entrada del agua al evaporador 10°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C) (COP 4,7), potencia frigorífica nominal 18,4 kW (temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C, temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C) (EER 3,84), potencia sonora 37,15 dBA, dimensiones 1230x650x695 mm, peso 168 kg, para gas R-410A, con carrocería de chapa de acero galvanizado con aislamiento acústico y panel frontal de plástico ABS, compresor de tipo scroll, válvula de seguridad tarada a 3 bar, purgador automático de aire, soportes antivibratorios, intercambiadores de placas soldadas de acero inoxidable AISI 316, módulo hidráulico para cada circuito, formado por bomba de circulación de tres velocidades, presostato diferencial de caudal y vaso de expansión, módulo de control por microprocesador, pantalla de control en el panel frontal y**

**sondas de hielo, de temperatura de agua y de temperatura exterior.** Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

## **NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Instalación

– IT 1.2.4.1.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

## **CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

## **PROCESO DE EJECUCIÓN**

### **FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad y sus accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de recogida de condensados. Puesta en marcha.

### **CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La fijación al paramento será adecuada, evitándose ruidos y vibraciones. La conexión a las redes será correcta.

## **CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

## **CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Pamplona, Abril de 2013, el Ingeniero Técnico Industrial:

Fdo.: Xabier De Viguri Apesteguía



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA DE  
BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN UNIFAMILIAR”

### DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013

## ÍNDICE

PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN .....	3
PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	19
PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE GEOTERMIA .....	22
RESUMEN DE LA INSTALACIÓN COMPLETA CON BIOMASA .....	28
RESUMEN DE LA INSTALACIÓN COMPLETA CON GEOTERMIA .....	29

## 5.1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

### PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de colector modular premontado de latón cromado, "ALB", de 1" de diámetro, para 5 circuitos, formado por un colector de ida, con caudalímetros para la regulación y el equilibrado de los circuitos, y un colector de retorno con llaves de corte y adaptadores para el montaje de los cabezales electrotérmicos, con adaptadores para tubo de 17 mm de diámetro y 2 mm de espesor, un racor intermedio para cada colector con un purgador de aire manual, llave de llenado y vaciado, y llaves de corte rectas, de 1" de diámetro con termómetros, con termómetro en cada una de las derivaciones del colector de retorno, regulador de presión diferencial, coquillas de espuma elastomérica, para colectores de 5 salidas y 1" de diámetro, coquillas de espuma elastomérica para terminales de colectores de 1" de diámetro y montado en armario para colector, de chapa metálica esmaltada en blanco, de 600x500x110 mm. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	776,25	776,25

- 1.2 **Ud A)** Descripción: Suministro e instalación de colector modular premontado de latón cromado, "ALB", de 1" de diámetro, para 7 circuitos, formado por un colector de ida, con caudalímetros para la regulación y el equilibrado de los circuitos, y un colector de retorno con llaves de corte y adaptadores para el montaje de los cabezales electrotérmicos, con adaptadores para tubo de 17 mm de diámetro y 2 mm de espesor, un racor intermedio para cada colector con un purgador de aire manual, llave de llenado y vaciado, y llaves de corte rectas, de 1" de diámetro con termómetros, con termómetro en cada una de las derivaciones del colector de retorno, regulador de presión diferencial, coquillas de espuma elastomérica, para colectores de 7 salidas y 1" de diámetro, coquillas de espuma elastomérica para terminales de colectores de 1" de diámetro y montado en armario para colector, de chapa metálica esmaltada en blanco, de 600x500x110 mm. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).
- B)** Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.
- C)** Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
- D)** Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1,00 910,01 **910,01**

- 1.3 Ud A)** Descripción: Suministro e instalación de colector modular premontado de latón cromado, "ALB", de 1" de diámetro, para 8 circuitos, formado por un colector de ida, con caudalímetros para la regulación y el equilibrado de los circuitos, y un colector de retorno con llaves de corte y adaptadores para el montaje de los cabezales electrotérmicos, con adaptadores para tubo de 17 mm de diámetro y 2 mm de espesor, un racor intermedio para cada colector con un purgador de aire manual, llave de llenado y vaciado, y llaves de corte rectas, de 1" de diámetro con termómetros, con termómetro en cada una de las derivaciones del colector de retorno, regulador de presión diferencial, coquillas de espuma elastomérica, para colectores de 8 salidas y 1" de diámetro, coquillas de espuma elastomérica para terminales de colectores de 1" de diámetro y montado en armario para colector, de chapa metálica esmaltada en blanco, de 600x500x110 mm. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
**B)** Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.  
**C)** Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
**D)** Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1,00 967,56 **967,56**

- 1.4 Ud A)** Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura "ALB", compuesto de termostatos mecánicos, comunicación vía cable, modelo TAM 011 MI, y cabezales electrotérmicos, para montaje directo sobre las válvulas de corte del colector, voltaje 230 V. Totalmente montado, conexionado y probado.  
**B)** Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.  
**C)** Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
**D)** Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1,00 268,88 **268,88**



- 1.5 **Ud A)** Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura "ALB", compuesto de termostatos mecánicos, comunicación vía cable, modelo TAM 011 MI, y cabezales electrotérmicos, para montaje directo sobre las válvulas de corte del colector, voltaje 230 V. Totalmente montado, conexionado y probado.  
 B) Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. 1,00 353,82 **353,82**
- 1.6 **Ud A)** Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura "ALB", compuesto de termostatos mecánicos, comunicación vía cable, modelo TAM 011 MI, y cabezales electrotérmicos, para montaje directo sobre las válvulas de corte del colector, voltaje 230 V. Totalmente montado, conexionado y probado.  
 B) Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. 1,00 396,27 **396,27**

- 1.7 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de grupo de impulsión para control de la bomba de circulación en instalaciones de calefacción, con centralita, instalación en sala de calderas, válido para superficie de suelo radiante de hasta 300 m<sup>2</sup>, modelo CGP15, "UPONOR IBERIA", formado por centralita modelo C46 con sonda de temperatura exterior y sondas de temperatura de impulsión y retorno, circulador Alpha 2L 25-60 y válvula de 3 vías. Totalmente montado, conexionado y probado.  
 B) Incluye: Colocación y fijación del grupo de impulsión al colector. Conexionado eléctrico de la centralita y de la bomba de circulación.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 1,00 4.901,45 **4.901,45**
- 
- 1.8 **Ud** A) Descripción: Grupo hidráulico de impulsión directa, diámetro nominal 1", presión máxima 10 bar, temperatura máxima 95°C, gama FAR "ALB", con bomba de circulación Wilo RS 25/6-3, válvulas de corte de esfera con termómetros en impulsión y en retorno, válvula de retención en el retorno, válvula adicional de corte en la ida y carcasa de polipropileno expandido para aislamiento térmico, configuración ida-retorno fácilmente permutable y conexiones de diámetro 1" hembra.  
 B) Incluye: Colocación y fijación del grupo hidráulico de impulsión a la caldera. Conexionado eléctrico de la centralita y de la bomba de circulación.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 1,00 293,21 **293,21**

- 1.9 **m<sup>2</sup>** A) Descripción: Sistema de calefacción y refrigeración por suelo radiante "ALB", compuesto por panel aislante liso Difutec, de 1000x500 mm y 10 mm de espesor, de poliestireno expandido (EPS), autoextinguible (Euroclase F de reacción al fuego), de 30 kg/m<sup>3</sup> de densidad, con lámina superficial de aluminio, difusora del calor, de 0,25 mm de espesor, tubo multicapa de polietileno de alta densidad/aluminio/polietileno resistente a la temperatura (PE-AD/Al/PE-RT) y capa de mortero autonivelante de 5 cm de espesor.  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. 263,33 37,78 **9.948,77**
- 1.10 **m** A) Descripción: Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro y llave de corte alojada en arqueta prefabricada de polipropileno. Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central, vertido con cubilote. Arena de 0 a 5 mm de diámetro. Collarín de toma en carga con brida, de fundición, para tubo de acero galvanizado sin soldadura, 3/4" DN 20 mm. Cinta anticorrosiva, de 5 cm de ancho, para protección de materiales metálicos enterrados, según DIN 30672. Arqueta prefabricada de polipropileno, 30x30x30 cm. Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 30x30 cm. Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4", con mando de cuadradillo.  
 B) Incluye: Replanteo. Colocación del depósito. Conexión al sistema de extracción.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. 2,00 132,965 **265,93**

- 1.11 **Ud A)** Descripción: Control centralizado de la instalación de calefacción y A.C.S., para caldera, veinte circuitos de radiadores y la producción de A.C.S., con central de regulación electrónica. Contiene tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles); Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3; Cable bus apantallado de 2 hilos, de 1 mm<sup>2</sup> de sección por hilo; Central electrónica de regulación, para el control de la temperatura de los circuitos de calefacción y A.C.S., en función de las condiciones exteriores, con actuación sobre las válvulas mezcladoras, los quemadores y las bombas de circulación, y control de hasta dos calderas, compuesta por central electrónica, sonda exterior, dos sondas de inmersión en los circuitos de ida y sonda para el acumulador de A.C.S.; Central electrónica de regulación, para el control de la temperatura del circuito de calefacción, en función de las condiciones exteriores, con actuación sobre las válvulas mezcladoras y las bombas de circulación, compuesta por central electrónica, sonda exterior y dos sondas de inmersión en los circuitos de ida; Módulo de ambiente, para el control de la temperatura de cada circuito de radiadores.
- B) Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.
- C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
- D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1,00 396,27 **5.886,25**

- 1.12 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).
- B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.
- C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
- D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 1,00 106,86 **106,86**
- 1.13 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).
- B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.
- C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
- D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.
- 1,30 23,42 **30,45**

- 1.14 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1" DN 25 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. **9,54 30,79 293,74**
- 1.15 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. **5,90 36,67 216,35**

- 1.16 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexcionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. 0,65 28,85 **18,75**
- 1.17 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexcionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. 1,50 33,56 **50,34**

- 1.18 m A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1" DN 25 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).
- B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.
- C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
- D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. 2,92 36,52 **106,64**



1.19 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

25,48 42,44 **1.081,37**

- 1.20 **m** A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. 2,29 45,88 **105,07**
- 1.21 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 1" DN 25 mm de diámetro, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente y válvula de corte. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexiónado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
 B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. 3,00 51,93 **155,79**

- 1.22 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de interacumulador de suelo, de acero con doble vitrificado, con intercambiador de un serpentín, acabado exterior con vinilo gris, modelo LM18 "LUMELCO", 600 l, altura 1960 mm, diámetro 750 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.  
 B) Incluye: Replanteo. Colocación del interacumulador. Conexionado.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 1,00 2.054,97 **2.054,97**
- 1.23 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 220 V; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexcionada y probada.  
 B) Incluye: Replanteo. Colocación de la válvula. Conexión de la válvula a los tubos.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 1,00 174,91 **174,91**
- 1.24 **Ud** A) Descripción: Suministro e instalación de purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.  
 B) Incluye: Replanteo. Colocación del purgador. Conexionado.  
 C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
 D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- 2,00 9,37 **18,74**

1.25 Ud A) Descripción: Suministro e instalación de contador de agua para calefacción de chorro único, con emisor de impulsos, para roscar, de 15 mm de diámetro nominal y temperatura máxima del líquido conducido 120°C, incluso filtro retenedor de residuos, válvulas de corte, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.

B) Incluye: Replanteo. Colocación del contador. Conexionado.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1,00 116,27 **116,27**

**TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES:**

**29.498,65**

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LA  
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 INSTALACIONES	<b>29.498,65</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>29.498,65</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material instalaciones a la expresada cantidad de VEINTINUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS**

## 5.2. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA

### PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 BIOMASA

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de caldera para la combustión de pellets, potencia útil de 5,9 a 19,5 kW, modelo HPK-RA 19,5 "GILLES", con quemador de pellets modulante (30% de la potencia nominal) con ignición automática, intercambiador horizontal de chapa reforzada sin soldadura con limpieza totalmente automatizada mediante tornillos individuales, cuerpo de caldera de chapa de acero St.37.2 de 6 mm de espesor con soldaduras libres de tensión, puerta frontal aislada térmicamente, aislamiento térmico de 70 mm de espesor, descarga automática de las cenizas, integrada en la base, ventilador para salida de humos, rueda celular para prevención del retroceso de llama al silo de pellets, cuadro eléctrico para instalación en pared y control del sistema de calefacción mediante sonda de temperatura exterior, para dos circuitos de calefacción de temperatura variable y un circuito de A.C.S., sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Presentación de los elementos. Montaje de la caldera y sus accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión. Replanteo y ejecución del desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	10.864,07	<b>10.864,07</b>

2.2 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de alimentador de pellets, estándar, apto para caldera de biomasa de la serie HPK-RA de potencia entre 12,5 y 40 kW, con tornillo sinfín en conducto abierto de 2 m de longitud, motor eléctrico libre de mantenimiento de 0,05 kW de potencia nominal y 230 V de tensión, "GILLES", con soportes, juntas reforzadas y conexión superior con el quemador de la caldera. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Conexionado de los elementos a la red.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	<p>1,00 2.078,36 <b>2.078,36</b></p>
2.3 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de depósito de superficie para almacenaje de pellets, de lona, con estructura de acero, de 1,18x1,18x2,28 m, con capacidad para 1,4 t, M118 "HERZ". Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación del depósito. Conexión al sistema de extracción.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	<p>1,00 1.332,86 <b>1.332,86</b></p>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 BIOMASA</b>		<b>14.275,29</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL BIOMASA**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
2 BIOMASA	<b>14.275,29</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>14.275,29</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material biomasa a la expresada cantidad de CATORCE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS**



### 5.3. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DE GEOTERMIA

#### PRESUPUESTO PARCIAL Nº 3 GEOTERMIA

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.1	Ud	<p>A) Descripción: Unidad tierra-agua bomba de calor reversible, geotérmica, IMMO SOLAR, el modelo IS-SW 22 kW r.a. para instalación en interior, alimentación trifásica a 400 V, potencia calorífica nominal 22 kW (temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C, temperatura de entrada del agua al evaporador 10°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C) (COP 4,7), potencia frigorífica nominal 18,4 kW (temperatura de entrada del agua al evaporador 12°C, temperatura de salida del agua del evaporador 7°C, temperatura de entrada del agua al condensador 30°C, temperatura de salida del agua del condensador 35°C) (EER 3,84), potencia sonora 37,15 dBA, dimensiones 1230x650x695 mm, peso 168 kg, para gas R-410A, con carrocería de chapa de acero galvanizado con aislamiento acústico y panel frontal de plástico ABS, compresor de tipo scroll, válvula de seguridad tarada a 3 bar, purgador automático de aire, soportes antivibratorios, intercambiadores de placas soldadas de acero inoxidable AISI 316, módulo hidráulico para cada circuito, formado por bomba de circulación de tres velocidades, presostato diferencial de caudal y vaso de expansión, módulo de control por microprocesador, pantalla de control en el panel frontal y sondas de hielo, de temperatura de agua y de temperatura exterior.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Presentación de los elementos. Montaje de la caldera y sus accesorios. Conexión con las redes de conducción de agua, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión. Replanteo y ejecución del desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	5800,52	<b>5.800,52</b>

3.2 Ud	<p>A) Descripción: Grupo de impulsión, para refrigeración pasiva (free-cooling), en instalación de geotermia, formado por bomba de circulación Grundfos Alpha 2L 25-60, centralita para regulación de la temperatura de impulsión, válvula de 3 vías con servomotor, intercambiador de placas, conexiones de 1 1/4" de diámetro con el circuito primario, válvulas de corte de 1" de diámetro con termómetros en las conexiones con el circuito secundario, sonda de temperatura de impulsión y sonda de temperatura exterior; Kit de control termostático, formado por unidad base de control termostático para un máximo de 12 termostatos inalámbricos y 14 cabezales electrotérmicos a 24 V, unidad de mando con funciones de gestión dinámica de la energía (autoequilibrado de los circuitos), chequeo de habitaciones, ajuste de suelo activo, diagnóstico del suministro y módulo de acceso remoto, con cable de conexión a la unidad base y antena para la unidad base.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Conexionado de los elementos a la red.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	3830,80	<b>3.830,80</b>
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	---------	-----------------

3.3 m	<p>A) Descripción: Tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas azules, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, SDR11, PN=16 atm, según UNE-EN 12201-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales; Solución agua-etilenglicol, para relleno de circuito de instalación de geotermia.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	14,37	<b>28,74</b>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------	-------	--------------

3.4 Ud	<p>A) Descripción: Arqueta para la conexión de sondas geotérmicas, prefabricada, de polietileno (PE), dimensiones exteriores 1000x800x1150 mm, con tapa, conexiones de 63 mm de diámetro y 5,8 mm de espesor con la bomba de calor geotérmica y de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor con las sondas geotérmicas, para 4 circuitos.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del dimensionamiento de la arqueta, accesorios y piezas especiales. Colocación. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la dimensión realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	496,61	<b>496,61</b>
3.5 Ud	<p>A) Descripción: Transporte, puesta en obra y retirada de equipo mecánico para la perforación del terreno, colocación de las sondas geotérmicas y posterior inyección de mortero.</p>	1,000	1159,28	<b>1.159,28</b>

3.6 Ud	<p>A) Descripción: Sonda geotérmica doble, para instalación vertical, de 80 m de longitud y 118 mm de diámetro, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE 100) de 40 mm de diámetro y 3,7 mm de espesor, SDR11, con tubo de inyección, conjunto de dos piezas en Y, distanciadores para tubos, llenado de la tubería con solución anticongelante y mortero preparado de bentonita y cemento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	4,000	3805,22	<b>15.220,89</b>
3.7 h	<p>A) Descripción: Perforación del terreno con máquina dotada de doble cabezal, para la realización de 4 sondeos de 80 m de profundidad y diámetro entre 130 y 180 mm, con entubación recuperable en terrenos inestables, extracción del varillaje de perforación, introducción de la sonda geotérmica, inyección del mortero y extracción de la tubería recuperable.</p>	0,611	67,92	<b>41,50</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 GEOTERMIA</b>				<b>26.578,34</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL GEOTERMIA**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
3 GEOTERMIA	<b>26.578,34</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>26.578,34</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material de geotermia a la expresada cantidad de VEINTISEIS MIL QUINIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS**

**5.4. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN COMPLETA CON BIOMASA**

TOTAL CAPÍTULO 1:	29.498,65 €
TOTAL CAPÍTULO 2:	14.275,29 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>43.773,94 €</b>
Beneficio industrial (5%)	2.188,70 €
Gastos generales (5%)	2.188,70 €
<b>TOTAL CONTRATA</b>	<b>48.151,34 €</b>
I.V.A. (21%)	10.111,78 €
<b>CONTRATA CON I.V.A.</b>	<b>58.263,12 €</b>
Honorarios ejecución del proyecto (3%)	1.747,89 €
Honorarios dirección de obra (3%)	1.747,89 €
I.V.A. honorarios (21%)	734,11 €
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>62.493,01 €</b>
<b>SUBVENCIÓN DE</b>	
<b>INSTITUCIONES (25% ó 10.000€</b>	
<b>máx.)</b>	<b>10.000 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>52.493,01 €</b>

**Asciende el Presupuesto Total de la instalación de biomasa a la expresada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMO**

**5.5. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN COMPLETA CON GEOTERMIA**

TOTAL CAPÍTULO 1:	29.498,65 €
TOTAL CAPÍTULO 3:	26.578,34 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>56.076,99 €</b>
Beneficio industrial (5%)	2.803,85 €
Gastos generales (5%)	2.803,85 €
<b>TOTAL CONTRATA</b>	<b>53.759,04 €</b>
I.V.A. (21%)	11.289,40 €
<b>CONTRATA CON I.V.A.</b>	<b>65.048,44 €</b>
Honorarios ejecución del proyecto (3%)	1.951,45 €
Honorarios dirección de obra (3%)	1.951,45 €
I.V.A. honorarios (21%)	819,61 €
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>69.770,95 €</b>
<b>SUBVENCIÓN DE</b>	
<b>INSTITUCIONES (420 €/kW)</b>	<b>9.240,00 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>60.530,95 €</b>

**Asciende el Presupuesto Total de la instalación de geotermia a la expresada cantidad de SESENTA MIL QUINIENTOS TREINTA EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS**



Pamplona, Abril de 2013, el Ingeniero Técnico Industrial:

Fdo.: Xabier De Viguri Apesteguía



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE UN SISTEMA  
DE BIOMASA Y UNO DE GEOTERMIA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN DE UN  
UNIFAMILIAR”

### DOCUMENTO 6: BIBLIOGRAFÍA

Xabier De Viguri Apesteguía

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, Abril de 2013

## ÍNDICE

LIBROS .....	3
NORMATIVA .....	3
CATÁLOGOS .....	4
PÁGINAS WEB .....	4
PROGRAMAS INFORMÁTICOS .....	6

## 6.1. LIBROS

- **Título:** “Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios”
  - Autor: IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía)
  - Motivo: consultas para la instalación de biomasa
  
- **Título:** “Rehabilitación energética de vivienda unifamiliar”
  - Autor: KNAUF INSULATION
  - Motivo: soluciones de aislamiento térmico
  
- **Título:** “Geotermia”
  - Autor: Vaillant
  - Motivo: información sobre geotermia
  
- **Título:** “Guía de la Energía Geotérmica”
  - Autor: Guillermo Llopis Trillo y Vicente Rodrigo Angulo
  - Motivo: información sobre geotermia
  
- **Título:** “Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica”
  - Autor: Guillermo Llopis Trillo y Vicente Rodrigo Angulo
  - Motivo: información sobre geotermia
  
- **Título:** “Manual Calener-Vyp”
  - Autor: Ministerio de Energía, Industria y Turismo
  - Motivo: Calificación energética

## 6.2. NORMATIVA

- Código técnico de la edificación (C.T.E.)
  - DB-HE 1: limitación de demanda energética
    - Motivo: identificar la zonificación, los cerramientos,...
  - DB-HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

- Motivo: cálculo de la demanda de A.C.S.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (R.I.T.E.)
  - Motivo: elementos de la instalación de calefacción.
- Normas UNE de aplicación al proyecto.
  - Motivo: cálculo de cerramientos, transmitancias, propiedades de los biocombustibles, diseño de las válvulas, ...

### 6.3. CATÁLOGOS

- IMMOSSOLAR
  - Motivo: consulta de bombas de calor geotérmicas
- Subvenciones de la Junta de Castilla y León
  - Motivo: consulta de las subvenciones para viviendas con sistemas de energías renovables.
- Vaillant allstor
  - Motivo: consulta de sistemas de almacenamiento de A.C.S.

### 6.4. PÁGINAS WEB

- [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
  - Motivo: tutoriales del Cype y CalenerVyp
- [www.cype.es](http://www.cype.es)
  - Motivo: descarga de Cype y de Arquímedes
- [www.autodesk.es](http://www.autodesk.es)

- Motivo: descarga de Autocad
  
- [www.generadordeprecios.info](http://www.generadordeprecios.info)
  - Motivo: consulta de precios y pliego de condiciones de los elementos utilizados en el proyecto.
  
- [www.Igme.es](http://www.Igme.es)
  - Motivo: consulta del tipo de suelo del lugar del proyecto.
  
- [www.miyabi.es](http://www.miyabi.es)
  - Motivo: descarga del CES80
  
- [www.minetur.gob.es](http://www.minetur.gob.es)
  - Motivo: descarga del Calener-Vyp
  
- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
  - Motivo: consulta del C.T.E.
  
- [www.idae.es](http://www.idae.es)
  - Motivo: consulta del R.I.T.E.
  
- [www.cleanenergysolar.com](http://www.cleanenergysolar.com)
  - Motivo:  $T^{ra}$  del agua de red durante el año.
  
- [www.energia.jcyl.es](http://www.energia.jcyl.es)

- Motivo: subvenciones para viviendas para instalaciones con energías renovables

## **6.5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

- Cype. Instalaciones del edificio: Climatización.
  - Uso: diseño de la instalación de climatización.
- Arquímedes
  - Uso: pliego de condiciones y presupuesto
- CES80:
  - Uso: cumplimiento del C.T.E. DB-HE 1: Limitación de demanda energética
- Calener-VYP:
  - Uso: calificación energética de la vivienda
- Autocad:
  - Uso: realización de los planos
- Microsoft Word
  - Uso: redacción de los documentos
- Microsoft Excel
  - Uso: realización de cálculos y gráficas.

- Microsoft PowerPoint
  - o Uso: realización de la presentación.

Pamplona, Abril de 2013, el Ingeniero Técnico Industrial:

Fdo.: Xabier De Viguri Apesteguía